

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

Franciele Drews

**ABORDAGEM DE TEMÁTICAS AMBIENTAIS NO ENSINO DE
QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE TEXTOS DESTINADOS AO
PROFESSOR DA ESCOLA BÁSICA**

Florianópolis

2011

Franciele Drews

**ABORDAGEM DE TEMÁTICAS AMBIENTAIS NO ENSINO DE
QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE TEXTOS DESTINADOS AO
PROFESSOR DA ESCOLA BÁSICA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Marques

Co-orientador: Prof. Dr. Demétrio Delizoicov Neto

Florianópolis

2011



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

“ABORDAGEM DE TEMÁTICAS AMBIENTAIS NO ENSINO DE
QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE TEXTOS DESTINADOS AO
PROFESSOR DA ESCOLA BÁSICA ”

Dissertação submetida ao Colegiado
do Curso de Mestrado em Educação
Científica e Tecnológica em
cumprimento parcial para a obtenção
do título de Mestre em Educação
Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 14/04/2011

Dr. Carlos Alberto Marques (CED/UFSC - Orientador)

Dr. Demétrio Delizoicov Neto (CED/UFSC – Co-orientador)

Dr. Wildson Luiz Pereira dos Santos (UNB – Examinador)

Drª. Paula Brügger (CCB/UFSC – Examinadora)

Dr. Santiago Francisco Yunes (CFM/UFSC – Suplente)

Dr. José de Pinho Alves Filho
Coordenador do PPGET

Franciele Drews
Franciele Drews

Florianópolis, Santa Catarina, abril de 2011.

Ao meu pai **Renildo**, à minha mãe
Vera e aos meus irmãos **Fabiane** e
Arthur Bernardo Drews – a
família incrível que me foi
concedida por Deus – e àquele com
quem espero construir outra família
tão amada quanto, **Bernardo de
Souza**.

AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas que estiveram próximas a mim e que, de alguma forma, me auxiliaram no decorrer destes dois anos de Mestrado para que essa dissertação fosse concluída. É a elas que escrevo carinhosamente estes agradecimentos, destacando que a importância da maioria destas pessoas para minha vida transcende a etapa de formação acadêmica que este trabalho encerra.

E é por isso que inicio agradecendo a **Deus**. Agradeço a Ele por ter me sustentado e mantido minha mente sã durante o período do Mestrado. Mas, principalmente, pelas diferentes maneiras como já me fez (e ainda faz!) lembrar do amor de Jesus Cristo, e do valor da fé, da esperança e do amor pelas outras pessoas nesta vida, por ora, “severina”.

À minha família: meu porto seguro! Agradeço aos meus pais, **Renildo** e **Vera**, pelo carinho e cuidado dedicados a mim e aos meus irmãos; e pelo jeito simples, honesto e batalhador como levam seus dias. A simplicidade no viver de vocês me fascina, acalma a minha mente! À minha irmã, **Fabiane**, pelo referencial de determinação e de positividade para lidar com momentos difíceis, principalmente quando envolvem questões emocionais e profissionais. Obrigada pelos bons anos de convivência no apartamento do São Mateus! Ao **Arthur Bernardo**, meu mano “sapão”, pelos abraços apertados e pela “serelepice” que contagia esta mana babona! E àquele com quem recentemente também comeci a construir uma nova família...

...ao meu marido e sempre namorado, **Bernardo de Souza**. A brisa que me refresca em dias sufocantes; mas que, às vezes, sopra como um vendaval a me descabelar! Obrigada por me fazer sentir tão amada e pelo movimento que trouxe à minha vida, especialmente nestes dois anos de Mestrado, que coincidiram com o início da nossa história. Ou será da novela mexicana, “Bê e Fran”?

*“We tried and tried to loosen the knots
Thinking once we're untangled we'll be better off
But it's these failures and faults that hold us together”*
(Brooke Fraser)

Do nicho acadêmico, agradeço ao meu orientador, **Prof. Dr. Carlos Alberto Marques** – o qual prefiro chamar apenas por Bebeto –,

pela paciência e carinho com que lidou comigo nos momentos de “pane do sistema”, principalmente nos últimos meses de escrita da dissertação. Obrigada pelas divergências teóricas, nas quais aprendi mais que nas concordâncias; mas, sobretudo, pela confiança que sempre transpareceu depositar em mim – fundamental para que eu não desistisse! E, com igual afeição, também agradeço ao meu co-orientador, **Prof. Dr. Demétrio Delizoicov Neto**, pelas reflexões proporcionadas nesta fase acadêmica, e pelo exemplo de coerência entre posicionamento teórico e prática profissional. Obrigada pelas aulas de *Prática Freiriana* e pelos picos de euforia intelectual que elas me proporcionaram. Você é um professor inesquecível, Demétrio!

E a turma de mestrandos de 2009? Também não tem como esquecer...

... a **Carolina Fernandes** – a Carol – agradeço pela grande amizade que construímos juntas neste período do Mestrado, baseada em sinceridade e uma afinidade difícil de explicar. Essa guria tornou-se uma irmã de coração pra mim! A **Franciani B. Roloff** – da dupla “Fran & Fran”, ou “Ruiva & Platinada” – minha ex-colega de Mestrado, grupo de pesquisa e de representação discente, e atual colega na Rede Municipal de Educação de Florianópolis, pelas diversas vezes que ouviu meus desabafos e trocamos idéias sobre nossos trabalhos. Valeu ruiva! A **Denise Nunes**, pelo carinho, prontidão e competência com que me ajudou a “desenrolar o nó” da minha pesquisa; e pelo referencial de pessoa que leva a vida com simplicidade, priorizando as pessoas (e não os títulos) e com sede de conhecimento. Espero ainda cruzar com você, Dê, em outros momentos e lugares! A **Luciana, Karine, Sérgio, Otávio, Marinês, Jéssica, Danielle** e **Ester** agradeço pelos bons momentos de conversas, e compartilhamento de experiências e saberes. Agradeço a eles pelos cafés que tomamos juntos nos intervalos das aulas e pela maneira como desfrutamos nosso tempo juntos, para além dos formalismos e obrigações da academia.

Aos meus colegas do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química (GIEQ), **Fábio** (o Gonçalves), **Santiago, Rejane, Sangiogo** (o outro Fábio), **Anelise** e **Zampiron**, pelas tardes que passamos juntos aprendendo e discutindo sobre temas importantes ligados à Educação em Química. Agradeço pelo coleguismo e pelo aprendizado que me proporcionaram nestes últimos anos de convivência. A **Juliana Cardoso Coelho**, por compartilhar um pouco da sua história de vida e sua extraordinária capacidade intelectual, a qual me inspirou em diferentes momentos. E a **Renata Lindemann**, ex-integrante do grupo,

que mesmo à distância me deu força e ânimo para terminar este trabalho. Agradeço pela sua sensibilidade e competência profissional, nas vezes em que me auxiliou.

E, ainda, à **CAPES** e **CNPq**, pela bolsa de Mestrado que muito me foi necessária para sobrevivência na cidade de Florianópolis, cuja grande beleza natural e alto custo de vida estão ao par.

Para além das amigas e amigos adquiridos na pós-graduação – e minha sorte (!), muitos são os outros que não quero deixar de agradecer, embora possivelmente corra o risco de esquecer o nome de algum deles e me culpe por lembrar somente após a impressão deste trabalho! A **Ana Carolina**, **Guilherme**, **Annelise**, **Quito** e **Anna Silvia**, **Taybar**, **Paula Pérez** (a chilena), **Luciane**, **Joice**, **Alexandre** (meu cunhado), **Samira**, **Geovana**, **Raquel** (a “Loira”), **Thaís** e **Miguelito**; às nabinhas – **Clarissa Dri**, **Marília Budó**, **Carolina**, **Marília César** e **Camila**; à família **Caetano** e à família **Alló**: obrigada por todas as vezes que compartilharam suas experiências de vida comigo e pelos momentos em que, de perto ou longe, mostraram-se presentes para interferir/interagir nas minhas.

Às irmãs **Schemes**, **Elisa** e **Patrícia**, pela paciência e carinho com que cuidaram e aconselharam esta amiga em momentos de crise com a vida. Obrigada pelos cafés ao final de tarde, pelas conversas ao telefone, pelas orações. Saibam que não foram poucas as vezes que me senti constrangida pelo amor de vocês por mim.

Ao **Eric** – o padrinho! –, pela amizade sincera e pelo referencial de objetividade em lidar com as “burrocracias” da vida. Não dá para esquecer os almoços e as conversas juntos no Restaurante Universitário, durante estes dois anos de Mestrado! Nem a viagem para Itajubá, a tarde na praia do Forte e, menos ainda, as histórias que vivenciamos juntos nos *The Peregrinos* e *ABU*. Você vai fazer muita falta por aqui, meu amigo acustiqueiro!

A **Kari**, por me compreender e demonstrar sua compreensão nas vezes que chorei, reclamei e espernei porque achava que não conseguiria terminar esta dissertação. Obrigada também pelos outros “empurrões”, pelas vezes que me arrastou pro samba e pelo cabelo platinado. Não é à toa que ela é minha amiga *fashion*!

A **Giovanna**, pelas boas conversas e a surpreendente sensatez e maturidade reveladas em muitas destas situações. Obrigada pela sábia caixa de *Bis* e barra de *Talento*.

A **Táís Amaro**, pelo jeito tão próprio de ser divertida/engraçada. Porém, agradeço especialmente pela maneira leal como sempre guardou nossas conversas mais pessoais...sem falar na agilidade em me prestar socorro!

À minha amiga, **Gisela**, que me acolheu carinhosamente em seu apartamento e que me proporcionou um verdadeiro lar aqui em Florianópolis depois da mudança da minha irmã para Goiás.

E, por fim mas nem de longe menos importantes, à minha sogra, **Salete**, e à minha cunhada, **Mariana**, pela maneira amorosa que me acolheram tanto na família como nos dias que fiquei escrevendo a dissertação em Blumenau. Ter uma sogra e cunhada como elas não tem preço!

Será só imaginação?
Será que nada vai acontecer?
Será que é tudo isso em vão?
Será que vamos conseguir vencer?

Nos perderemos entre monstros
Da nossa própria criação.
Serão noites inteiras,
Talvez por medo da escuridão.

Ficaremos acordados
Imaginando alguma solução.
Prá que esse nosso egoísmo?
Não destrua nosso coração.

(Legião Urbana, 1985)

RESUMO

O presente trabalho consiste em um estudo teórico-reflexivo sobre a abordagem de temáticas ambientais no ensino de Química da Educação Básica, tendo como ponto de partida interlocuções teóricas dos campos ambiental, científico e educacional, e como objeto de análise textos publicados em dois periódicos, um nacional e outro internacional, destinados a professores de Química de nível médio. O objetivo geral desta dissertação, portanto, é o de contribuir para a abordagem crítica e socioambiental de temáticas relativas ao meio ambiente na educação em Química. Para tanto, foram caracterizados e analisados o conteúdo de 48 artigos sobre questões ambientais divulgados nas revistas *Química Nova na Escola* e *Green: la Scienza al servizio dell'Uomo e dell'Ambiente*, apontando possíveis contribuições de suas mensagens à elaboração de iniciativas didático-metodológicas orientadas pela perspectiva Crítico-Transformadora de Educação Ambiental. Neste sentido, reflete-se, primeiramente, sobre a caracterização contemporânea do meio ambiente como um contexto de crises no qual se conjugam tanto aspectos físico-químicos e biológicos como sociais, políticos, econômicos, culturais e científico-tecnológicos; e sobre trajetórias e perspectivas da problemática ambiental no contexto da educação formal. A partir da análise do *corpus* de investigação, discute-se *a priori* a predominância dos seguintes “temas” no conjunto de textos selecionados: “Crise energética”, “Atmosfera terrestre”, “A problemática do lixo”, “Recursos hídricos” e “Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes”. De forma semelhante, destaca-se a predominância de “Informações de dimensão científica e técnica” na mensagem de todos os artigos, as quais foram subclassificadas em “Estudo do ambiente natural”, “Controle da poluição: análise, monitoramento e remediação” e “A perspectiva da prevenção”. Todavia, aponta-se também a identificação de “Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica” em 27 (vinte e sete) artigos. A partir disso, infere-se que uma das contribuições do conteúdo das produções textuais analisadas é a possibilidade de superação de lacunas existentes na formação inicial de professores de Química em relação aos conhecimentos e técnicas da Química Ambiental e aos princípios e tecnologias da Química Verde. Assim como se destaca, sobretudo, a contribuição das “Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica” à abordagem crítica e socioambiental de temáticas ambientais no ensino de Química, principalmente devido ao distanciamento que as mesmas possibilitam de

visões naturalistas de meio ambiente. Uma contribuição que interpretamos ser importante tanto à formação docente quanto à elaboração de atividades didático-metodológicas na perspectiva Crítico-Transformadora de Educação Ambiental.

Palavras-chave: Ensino de Química, Educação Ambiental, Química Verde.

ABSTRACT

The present work consists in a theoretical-reflective study on environmental based approaches to Chemistry teaching at the Basic Education, having as a starting point theoretical interlocutions of scientific, educational and environmental fields, and as an object of analysis texts published in two periodics, a national and an international, directed towards high school Chemistry teachers. The main objective of the present dissertation is, then, to contribute to the critic and socioenvironmental approach of themes related to the environment at the Chemical education. To achieve so, the content of 48 articles on environmental issues from *Química Nova na Escola* and *Green: la Scienza al servizio dell'Uomo e dell'Ambiente* were analyzed and characterized, pointing to possible contributions of their messages to the elaboration of didactical-methodological initiatives oriented by the Critic-Transformative perspective of Environmental Education. In that sense, at first, the contemporary characterization of the environment as a context of crisis in which physico-chemical, biological and social, as well as political, economical, cultural and scientific/technological aspects are conjugated; and reflections on trajectories and perspectives of the environmental issue in the context of formal education are made. From the analysis of the *corpus* of the investigation, it is discussed *a priori* the predominance of the following “themes” in the selected texts: “The energy crisis”, “Earth’s atmosphere”, “The waste issue”, “Hydric resources” and “New materials, clean technologies and green products”. In a similar way, it is pointed out the predominance of “Information of scientific and technical dimension” in the message of all articles, which were subclassified in “Natural environment study”, “Control of pollution: analysis, monitoring and remediation” and “The perspective of prevention”. However, the identification of “Ideas and arguments to beyond the scientific and technical dimension” are pointed in 27 articles. From that on, it is inferred that one of the contributions of these textual productions is the possibility of surpassing the existing holes at the initial formation of Chemistry teachers related to knowledge and techniques of Environmental Chemistry and to the principles of Green Chemistry. As is also displayed everywhere the contribution of “Ideas and arguments to beyond the scientific and technical dimension” to the critic and scioenvironmental approach of environmental themes in Chemistry teaching, specially due to the distancing that those ideas provide from naturalist views of the environment. One contribution that

we find important to the docent formation as to the elaboration of didatico-methodological activities in the Critic-Transformative perspective of Environmental Education.

Keywords: Chemistry teaching, Environmental education, Green chemistry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Funções competitivas do ambiente: (a) cerca de 1900; (b) situação atual	50
Figura 2 – Esquema representativo de perspectiva naturalista de meio ambiente, a qual o divide em “esferas” do ambiente natural e “exterioriza” o ser humano e suas relações sociais.....	75
Figura 3 – Esquema representativo de uma concepção socioambiental (CARVALHO, 2008) ou representação social globalizante (REIGOTA, 1997) de meio ambiente.....	80
Figura 4 – Ciclo geral representando as trocas de matéria e energia entre atmosfera, biosfera, antroposfera, geosfera e hidrosfera.....	125
Figura 5 – Capa do n.1 da revista Química Nova na Escola (QNEsc), publicado em maio de 1995.....	133
Figura 6 – Capa dos quatro primeiros Cadernos Temáticos de QNEsc: Química Ambiental; Novos Materiais; Química dos Fármacos, e Estrutura da Matéria, uma visão molecular.....	140
Figura 7 – Capa dos Cadernos Temáticos de QNEsc: Química, Vida e Ambiente (n.5); Química Inorgânica e Medicina (n.6); e Representação Estrutural em Química (n.7).....	143
Figura 8 – Capa do n.1 da revista <i>Green: La scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente</i> , publicado em novembro de 2006.....	146
Figura 9 – Projeto gráfico das seções <i>Future & Futuribile</i> , <i>Obiettivo Green</i> e <i>Progetti & Invenzioni</i>	152
Figura 10 - Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos, cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é a “Atmosfera Terrestre”.....	177
Figura 11 – Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é “A problemática do Lixo”.....	178

Figura 12 – Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é “Recursos hídricos”179

Figura 13 – Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é “Crise Energética”181

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução das concepções ambientais no século XX.....	54
Quadro 2 – “Periodicidade” da revista Green.....	148

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição das seções nos números da revista Green.....	154
Tabela 2 – Dados numéricos dos artigos selecionados para investigação das revistas Green e QNEsc	164
Tabela 3 – Amostragem dos artigos selecionados para exploração das mensagens	165
Tabela 4 – Classificação e distribuição dos textos de acordo com os grandes “temas ambientais” presentes em suas mensagens, relacionados à problemática ambiental.....	173
Tabela 5 – Classificação das informações constantes no conteúdo de cada texto por categorias e subcategorias de análise.....	205

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANPEd – Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação
ASC – Aspectos sociocientíficos
CEIQ – Centro de Ensino Integrado de Química
C&T – Ciência e Tecnologia
CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CTS – Ciência-Tecnologia-Sociedade
CTSA – Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
DDT – Diclorodifeniltricloreto
EA – Educação Ambiental
ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
EP – Estilo de Pensamento
EUA – Estados Unidos da América
FFCLRP – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
GIEQ – Grupo de Investigação em Ensino de Química
Green – Revista *Green: la scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente*
INCA – Consórcio Interuniversitário Química para o Ambiente
IQ – Instituto de Química
IUPAC – União Internacional de Química Pura e Aplicada
MEC – Ministério da Educação
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MURST – Ministério da Universidade e Pesquisa Científica e Tecnológica (Itália)
OECD – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU – Organização das Nações Unidas
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PAMA – Programa Parâmetros em Ação – Meio Ambiente na Escola
PEQS – Projeto de Ensino de Química em um Contexto Social
PIEA – Programa Internacional de Educação Ambiental
PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental
PNUMA – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
QA – Química Ambiental
QNEsc – Revista Química Nova na Escola
QV – Química Verde

RISeT – *Rete Informativa Scienza e Tecnologia*
RS – Rio Grande do Sul
SBQ – Sociedade Brasileira de Química
SC – Santa Catarina
SCI – Sociedade Química Italiana
SEED – Projeto *Green Chemistry Sustainable Educacion and Environmental Development*
SEMA - Secretaria Especial de Meio Ambiente
UE – União Europeia
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UnB – Universidade de Brasília
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP – Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	29
1 MEIO AMBIENTE: UM CONTEXTO DE CRISES EM REFLEXÃO	41
1.1 A CRISE AMBIENTAL DE NOSSOS TEMPOS	44
1.2 A EMERGÊNCIA DO IDEÁRIO AMBIENTALISTA E A EVOLUÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.....	53
1.3 ASPECTOS DAS INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA/QUÍMICA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS	62
1.3.1 A Química e os problemas ambientais	66
1.4 DISTINTAS COMPREENSÕES DE MEIO AMBIENTE E ALGUMAS DE SUAS IMPLICAÇÕES	74
2 ABORDAGEM DE PROBLEMAS AMBIENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA: ALGUMAS TRAJETÓRIAS E PERSPECTIVAS	84
2.1 A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E SEUS DESDOBRAMENTOS EDUCATIVOS: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	86
2.1.1 Educação Ambiental: um breve relato histórico de sua trajetória	88
2.1.2 Perspectivas de Educação Ambiental: Conservadora e Crítico-Transformadora	92
2.2 O ENSINO DE QUÍMICA ENVOLVENDO TEMÁTICAS AMBIENTAIS	101
2.3 QUÍMICA AMBIENTAL E QUÍMICA VERDE: CONHECIMENTOS QUÍMICOS CONTEMPORÂNEOS PARA A ABORDAGEM DE PROBLEMAS AMBIENTAIS	122

3 DOS PERCURSOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	132
3.1 SOBRE AS REVISTAS QNESC E GREEN	133
3.1.1 Características gerais da revista <i>Química Nova na Escola</i>	133
3.1.2 Características gerais da revista <i>Green: la scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente</i>	145
3.2 JUSTIFICANDO A ESCOLHA DAS REVISTAS E SIGNIFICANDO A ANÁLISE DE SEUS TEXTOS	155
3.3 DA DEFINIÇÃO DO <i>CORPUS</i> DE INVESTIGAÇÃO E DA ANÁLISE DE CONTEÚDO	163
4 ABORDAGEM DE TEMÁTICAS AMBIENTAIS EM TEXTOS DAS REVISTAS <i>QUÍMICA NOVA NA ESCOLA</i> E <i>GREEN</i>	171
4.1 CARACTERIZANDO E DISCUTINDO O CONTEÚDO DOS TEXTOS SELECIONADOS	171
4.1.1 Crise energética, Atmosfera terrestre, Lixo, Água e Tecnologias limpas: os grandes “temas ambientais” de QNEsc e Green	171
4.1.2 Informações de dimensão científica e técnica	184
4.1.2.1 Estudo do ambiente natural	185
4.1.2.2 Controle da poluição: análise, monitoramento e remediação.....	189
4.1.2.3 A perspectiva da prevenção	192
4.1.3 Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica	196
4.2 A ABORDAGEM DAS TEMÁTICAS AMBIENTAIS NOS TEXTOS ANALISADOS: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS	203
CONSIDERAÇÕES FINAIS	215
REFERÊNCIAS	220
ANEXO	

INTRODUÇÃO

*“O trabalho de um pesquisador não se limita à produção de um texto para publicação ou de um projeto para apresentar à comunidade [...]. Ele é muito mais do que isso. É uma **reflexão constante** sobre problemas que o envolvem no âmbito profissional, uma reelaboração contínua de hipóteses e conclusões, sem espaço e tempo definidos, onde os elementos que se integram nessa organização não têm sempre origem certa nem natureza semelhante”*
(Villani e Pacca, 2001, p. 8, grifo nosso).

Nesta dissertação apresentamos um estudo teórico-reflexivo sobre a *abordagem de temáticas ambientais no ensino de Química*, a partir de interlocuções com trabalhos do campo¹ ambiental, educacional e científico, tendo como objeto de análise textos produzidos em dois periódicos, um nacional e outro internacional, destinados especialmente a professores de Química da Educação Básica. Ademais, a partir disso, esperamos proporcionar algumas contribuições para: **1)** a formação e a atuação desses docentes numa perspectiva Crítico-Transformadora de Educação Ambiental (EA) (ver, por exemplo, TORRES, 2010; CARVALHO, 2004, 2008; LORENZETTI, 2008; GUIMARÃES, 2004; LOUREIRO, 2004; BRÜGGER, 1994) e Crítica do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) (como, AULER, 2002; AULER, DELIZOICOV, 2001; SANTOS *et. al*, 2010b); **2)** o desenvolvimento de práticas didático-metodológicas envolvendo a abordagem crítica e socioambiental de problemas/temáticas ambientais no ensino de Química; e **3)** as discussões sobre a possibilidade de articulação com a perspectiva da Química Verde (QV).

As motivações pessoais para escolha do referido tema de pesquisa encontram-se atreladas tanto à minha experiência acadêmica quanto profissional, pelo que considero importante relatá-las brevemente. Interpreto que essas experiências fazem parte do meu processo de reflexão no sentido a que se referem Villani e Pacca (2001), citados acima.

¹Adotamos o termo “campo” no sentido ao qual se refere Bourdieu e Passeron (1975), ou seja, como um espaço social de dominação e de conflitos, dentro do qual os indivíduos agem ou “jogam” segundo sua posição social neste espaço delimitado. Neste sentido, cada campo (o científico, o econômico, o político, o educacional, dentre outros) tem certa autonomia e possui suas próprias regras de organização e de hierarquia social.

Durante minha graduação em Química, pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ao integrar o Grupo de Investigação em Ensino de Química (GIEQ), coordenado pelo Prof. Dr. Carlos Alberto Marques, ao final de 2006, tive meu primeiro contato com investigações tratando de questões vinculadas à problemática ambiental, sua relação com a Química e com o ensino desta Ciência. Um dos estudos realizado e discutido pelo grupo, por exemplo, tratou da visão de meio ambiente de professores de Química de escolas públicas da região metropolitana de Florianópolis e suas implicações pedagógicas, sendo publicado, em novembro de 2007, na revista *Química Nova* (MARQUES *et al.*, 2007). Nesta pesquisa, os autores buscaram estabelecer uma possível relação entre a visão de meio ambiente dos entrevistados e as dificuldades que estes apresentavam para abordagem contextualizada de temáticas ambientais em suas aulas de Química. Além disso, buscaram sinalizar para outros aspectos que dificultavam ou até impediam a abordagem de questões relacionadas à problemática ambiental na prática dos professores investigados, tais como: a falta de tempo do professor; a ausência de laboratório e de material didático ou de apoio; a deficiência na formação inicial no que tange à “aplicação” de conceitos químicos para a compreensão de determinados problemas do ambiente; e o desconhecimento de trabalhos em Química Verde.

O envolvimento nessas reflexões do GIEQ, então, foi fundamental para minha decisão em aprofundar os estudos sobre essas questões. E, inclusive, para que defendesse, nesta dissertação, por exemplo, a necessidade de “problematização” da visão *naturalista* de meio ambiente — sobretudo, ao se optar por uma educação em Química atenta, atuante e crítica sobre a relação entre a própria Química e os problemas ambientais. Assim, no desenvolvimento do presente estudo, parte-se dos resultados de trabalhos, como os de Marques e colaboradores (2007), sobre *concepções de meio ambiente* e suas implicações na prática pedagógica (ver, por exemplo, CAMPOS, 1997; REIGOTA, 1997; MORAES, LIMA JUNIOR, SCHABERLE, 2000; CRESPO, NOVAES, 2001; LEAL, 2002; CARVALHO, 2008; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009).

Embora não fosse graduada, durante todo ano letivo de 2007, trabalhei como professora de Química na Escola Estadual de Ensino Básico Anísio Teixeira, na Costeira do Pirajubaé, em Florianópolis. Este início na carreira docente fez com que minhas inquietações sobre o *porquê, para quê e como* ensinar Química fossem aguçadas, pelo que igualmente deu ensejo a algumas indagações sobre a abordagem

contextualizada de conhecimentos/conteúdos químicos a partir de problemas ambientais.

Na época, no bairro dos meus alunos, recém haviam sido iniciadas as obras municipais para instalação do sistema de coleta de esgoto. Por conseguinte, tendo em vista esse contexto, *a mim* parecia relevante discutir e estudar os efeitos ocasionados ao meio ambiente pelo lançamento de esgoto doméstico não-tratado nos recursos hídricos. Entendia que, como professora de Química, talvez pudesse contribuir para a formação da cidadania de meus alunos a partir do “diálogo” e “problematização” desse tema/assunto que permeava o contexto do bairro em que a maioria deles vivia. Entretanto, ainda sentia-me insegura para realizar tal abordagem seja pela falta de material didático, de tempo ou de conhecimentos pedagógicos e científicos. E, nesses aspectos, identifiquei similaridades entre as minhas dificuldades e aquelas relatadas pela maioria dos professores investigados por Marques e colaboradores (2007).

Como poderia discutir o problema da falta de saneamento básico sem reduzi-lo a um problema de poluição de águas? Que conteúdos/conhecimentos químicos seriam realmente relevantes e significativos para os meus alunos, considerando esse “fragmento” da realidade do bairro da Costeira? Em que perspectiva poderia ampliar as discussões para outros problemas considerados importantes do ponto de vista da questão ambiental planetária? Dada a falta de material didático, que aspectos deveria eu considerar ao avaliar o conteúdo e fazer uso de outros materiais no trabalho que eu pretendia desenvolver com os alunos?

Se por um lado a participação no GIEQ e o exercício da docência em uma escola pública de Florianópolis suscitaram questionamentos e dúvidas mais diretamente relacionadas a aspectos pedagógicos da abordagem de problemas ambientais no ensino de Química, outros dois momentos da minha formação inicial tiveram influência sobre indagações acerca do papel da Química e suas tecnologias em relação a determinados problemas do ambiente. E, neste caso, considero importante mencioná-los, na medida em que esta questão igualmente permeia a presente dissertação, no que tange à sua possibilidade de articulação com o ensino de Química da Educação Básica.

Ainda na graduação, durante uma disciplina de Química Orgânica Experimental, tive contato pela primeira vez com os chamados princípios da Química Verde (QV). No laboratório, foram testadas rotas alternativas de síntese, evitando-se: o gasto de energia, a produção de

subprodutos, o uso de solventes orgânicos de fontes não-renováveis, e a utilização de catalisadores metálicos e de substâncias tóxicas. A ideia central era desenvolver práticas experimentais que minimizassem ao máximo possíveis danos ambientais, inclusive, para a saúde humana. Devido a esta proposta diferenciada, meu interesse pelas discussões envolvendo a QV começou a aumentar, estendendo-se para as questões de ensino durante minha participação na II Escola de Verão em Química Verde, oferecida pelo Instituto de Química (IQ) da Universidade de São Paulo (USP).

Neste evento, por uma semana, foram estudados e discutidos não apenas os valores apregoados pela QV como também sua importância na proposição de soluções técnicas e científicas para a prevenção de problemas ambientais ligados às atividades dos químicos. Além disso, foram apresentadas algumas linhas de pesquisa desenvolvidas pelo IQ daquela instituição relativas ao desenvolvimento de catalisadores heterogêneos e biocatalisadores; eliminação ou substituição de solventes (por exemplo, líquidos iônicos e fluídos supercríticos); uso de materiais renováveis (plástico e biocombustíveis); substituição de produtos tóxicos por outros ambientalmente aceitáveis; monitoramento, controle e intensificação de processos (análise de ciclo de vida); uso eficiente de energia; melhoria nos processos de separação; e reagentes e reações intrinsecamente mais seguras. Todavia, o curso foi voltado, preponderantemente, para alunos de Bacharelado em Química e Engenharias Química, Ambiental e Sanitária, o que instigou às perguntas: não seria possível e relevante levar os princípios e/ou os conhecimentos tecnocientíficos desenvolvidos pelos “químicos verdes” para o ensino de Química da Educação Básica? Há possibilidade de articular esta perspectiva preventiva da QV com a abordagem contextualizada de determinados problemas ambientais na educação em Química? De que forma esta articulação poderia contribuir para ensinar a Química dentro de uma concepção que destacasse o papel social da mesma? Como que a produção científica contemporânea em QV, bem como, na área da Química Ambiental, poderia contribuir para uma atuação docente visando à formação da cidadania?

Foi “perdida” nesta série de dúvidas, envolvendo aspectos do campo ambiental, educacional e científico, que decidi pelo “tema” de pesquisa exposto ao início desta apresentação. Para definição do problema, objetivos e objeto de investigação, contudo, destaco a

relevância dos momentos de diálogo (FREIRE, 2005)² com orientador e co-orientador, com colegas mestrandos e doutorandos, com os professores da banca de análise de projeto; bem como, o papel dos diferentes trabalhos publicados em Educação Científica, Sociologia Ambiental e Química, envolvendo as interlocuções teóricas desta Dissertação.

É sobre o contexto teórico desta pesquisa e sobre a estrutura e organização do trabalho que trato a seguir.

As discussões sobre a inserção e articulação da temática ambiental nos currículos escolares e práticas pedagógicas da Educação Básica (e, portanto, também na área das Ciências Naturais) não podem ser consideradas uma novidade, nem mesmo das últimas quatro décadas de acordo com Amaral (2001): para o autor, as proposições de estudos do meio, vinculadas ao movimento escolanovista, do início do século XX, são evidências disso. A par da colocação de Amaral, todavia, é na emergência e popularização da *questão ambiental*, a nível global, sobretudo a partir dos anos 1980, que identificamos uma maior inserção da preocupação com o meio ambiente na educação formal (BRÜGGER, 1994), destacando-se as iniciativas relacionadas à EA (CARVALHO, 2008; LOUREIRO, LAYRARGUES, CASTRO, 2002, 2000; GUIMARÃES, 1995; PENTEADO, 1994; REIGOTA, 1994; DIAS, 1993, por exemplo) e ao ensino de Ciências com enfoque nas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e suas implicações ambientais (ZENI, MORAES, PINHEIRO, 2009; BERNARDO, VIANA, FONTOURA, 2007; PÉREZ, PEÑAL, VILLAMIL, 2007; RICARDO, 2007; AULER, 2007; SANTOS, 2008; ANGOTTI, AUTH, 2001, dentre outros vários), bem como, nas proposições curriculares governamentais sensibilizadas pelo assunto.

Assim, as discussões que antes estariam ocorrendo sob a forma de focos e experiências isoladas adquirem espaço, inclusive, em políticas públicas voltadas à Educação Básica, como é o caso dos documentos curriculares oficiais do governo federal, publicados a partir da segunda metade da década de 1990, no Brasil.

²“[...] o diálogo é uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de ideias a serem consumidas pelos permutantes” (FREIRE, 2005, p. 91).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCN) (BRASIL, 1997), por exemplo, meio ambiente é considerado um tema transversal³ a ser trabalhado em toda estrutura curricular deste nível de ensino. E, conforme explicitado nos textos do referido documento, a relevância de se incluir esta temática nos currículos escolares, permeando todas as práticas educacionais, reside na urgência da problemática ambiental para a sociedade, “pois o futuro da humanidade depende da relação estabelecida entre a natureza e o uso pelo homem dos recursos naturais disponíveis” (p.15). Desta forma, na medida em que consideram a educação como elemento indispensável para a transformação da consciência ambiental, os autores dos PCN também compreendem que

[...] a principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é **contribuir para a formação de cidadãos conscientes**, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, **local e global**. (BRASIL, 1997, p. 25, *grifo nosso*).

Embora os documentos oficiais para o Ensino Médio – Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM) (BRASIL, 1999), PCN+ (BRASIL, 2002) e Orientações Curriculares Nacionais (BRASIL, 2006) – não tratem o meio ambiente pela perspectiva da transversalidade – até mesmo porque sua proposta de organização do currículo não é baseada em temas transversais –, os mesmos não são negligentes quanto à questão. Dentro da perspectiva de uma educação para a formação da cidadania, os textos referentes às *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* apontam, em diversos momentos, a necessidade do currículo desta área abordar, de modo interdisciplinar e contextualizado, as implicações ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico, “para a compreensão da problemática ambiental e para o desenvolvimento de uma visão articulada do ser humano em seu meio natural, como construtor e transformador deste meio” (BRASIL, 1999, p. 9). Especificamente quanto ao ensino de Química, o texto dos

³Visando consolidar um caminho para a implementação da interdisciplinaridade no currículo fundamental como um todo, articulada à perspectiva de inserção de assuntos atuais e socialmente relevantes, a proposta curricular do MEC, de 1997, introduziu os chamados **temas transversais**, comuns a todas as matérias da Educação Fundamental. Além de Meio Ambiente, outros cinco temas foram apresentados: Saúde; Orientação Sexual; Pluralidade Cultural; Ética; Consumo e Trabalho – todos unificados pela idéia geral de Convívio Social e Ética.

PCNEM (BRASIL, 1999) explicita que aquele 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” (*Idem*, p.31, *grifo nosso*).

Ainda no âmbito do ensino de Química, para além das disposições legalmente estabelecidas, a incorporação de preocupações com o meio ambiente no currículo escolar também tem sido defendida por educadores químicos brasileiros reconhecidos na comunidade acadêmica. Chassot (1995), um destes educadores, já defendia em seus primeiros escritos sobre Educação em Química, que esta disciplina escolar deveria abordar questões ambientais. E, neste mesmo sentido, também se posicionam Santos e Schnetzler (2003) ao apontarem para necessidade de inclusão, no currículo, de discussões sobre as inter-relações CTS envolvendo problemas ambientais, para formação da cidadania.

Apesar destas orientações envolvendo a inserção e articulação da temática ambiental no ensino das Ciências Naturais, em geral, e de Química, em específico, algumas investigações com professores da Educação Básica têm apontado, especialmente em relação ao ensino de Química, uma série de dificuldades e limitações (CANELA, RAPKIEWICS, SANTOS, 2003; COELHO, 2005; MARQUES *et al.*, 2007). Marques e colaboradores (2007), por exemplo, ao entrevistarem professores de Química de escolas públicas da região metropolitana de Florianópolis (SC), identificaram entre a maioria dos investigados: visões reducionistas de meio ambiente; entendimentos fragmentados das causas e das possíveis soluções a determinados problemas ambientais; posicionamentos “indiferentes” a situações de contexto local envolvendo problemas ambientais; associação da preservação ambiental somente a uma questão individual e a um comportamento ético; abordagens pontuais e não-sistemáticas; superficialidade científica na abordagem; e desconhecimento de temas/assuntos contemporâneos acerca da relação entre a Química e o meio ambiente, tais como, Química Verde. Ademais, segundo os autores, os docentes pesquisados atribuíram à falta de condições pedagógicas, como, de material didático apropriado, uma das razões para não trabalharem com questões/problemas ambientais no ensino de Química. Alguns destes aspectos foram igualmente identificados por Coelho (2005) em pesquisa realizada com professores de escolas públicas de Criciúma (SC), ao investigar a compreensão que estes tinham sobre os problemas

ambientais derivados do carvão, e como concebiam a abordagem de “temas”, como “Chuva Ácida”, em suas aulas. Segundo a pesquisadora, seu trabalho forneceu subsídios para afirmar que não há uma compreensão maior por parte dos professores da gravidade dos problemas socioambientais que a mineração provoca, como um contexto a ser usado em abordagens no ensino de Química. Seus resultados também revelaram que alguns docentes conferem responsabilidades de cunho individual e, na consideração das tecnologias preventivas da chuva ácida, alguns manifestaram o “ênfase na técnica”.

Em vista destas dificuldades e limitações, de diferentes naturezas – barreiras ideológicas, operacionais e/ou institucionais, conforme classifica Coelho (2005) – é difícil afirmar se, *de fato*, a temática ambiental, especialmente as implicações ambientais da Ciência e Tecnologia, têm sido integradas no currículo e nas práticas pedagógicas da disciplina de Química do Ensino Médio. E, de outra parte, considerando-se os casos em que, sim, diferentes questões/problemas ambientais têm sido tomados como objeto de conhecimento no contexto das ações educativas em Química, também é difícil pontuar em quais perspectivas os mesmos têm sido abordados: Conservadora? Socioambiental? Tecnista? Ainda mais quando os aspectos anteriormente mencionados são cotejados com o resultado de pesquisas no âmbito da formação de professores, a exemplo da investigação realizada por Leal (2002) em alguns currículos de cursos de Licenciatura em Química de Universidades da região Sul do Brasil. De sua análise a autora verificou que a temática ambiental era pouco tratada nos documentos, e quando assim o faziam havia fortes indícios de uma abordagem técnica:

Os programas analisados indicaram uma formação assentada sobre uma base conceitual sólida, de importantes conhecimentos instrumentais e técnicos, mas com pouquíssima articulação entre a Química e a problemática ambiental. Ou seja: **uma formação científica tradicional, que muito pouco considera e trabalha as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente** (LEAL, MARQUES, 2008, p. 32, *grifo nosso*).

Por conseguinte, para Leal (2002), este pode ser outro aspecto igualmente condicionante da prática pedagógica dos docentes de Química do Ensino Médio. Neste sentido, é imperativo recordar que para essa temática “entrar” na escola e, portanto, constituir-se de modo

diferenciado nas ações educativas, é necessário que haja mudanças também na formação (inicial e continuada) destes professores.

A partir deste contexto, questionamos o que tem sido e o que pode ser feito para tentar superar algumas dessas lacunas relativas à inserção e articulação da temática ambiental, especificamente, no ensino de Química da Educação Básica. E, neste trabalho, entendemos que talvez uma das possíveis contribuições possa estar em artigos publicados em periódicos dirigidos, sobretudo, a professores de Química.

Com vistas a atender a uma demanda tanto pedagógica, como científica e também social, revistas, como a *Química Nova na Escola* (QNEsc) da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e a italiana *Green: la scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente* (Green), têm produzido textos abordando diferentes assuntos/temáticas relacionadas ao meio ambiente. Ambas são dirigidas e buscam apoiar os professores do Ensino Médio no trabalho com tais questões. Embora o objetivo da primeira não se restrinja à abordagem de implicações ambientais da Ciência e Tecnologia, existe uma seção específica para publicação de textos que abordem assuntos sobre a relação Química e Sociedade. Além disso, nos anos de 2001 e 2004, foram publicados dois *Cadernos Temáticos* envolvendo conhecimentos e “temas” da Química Ambiental. A segunda revista, por sua vez, é mais específica quanto a isso, conforme seu próprio título pressupõe.

Como os textos destas revistas, que objetivam abordar determinados problemas/temáticas ambientais, apresentam e discutem a relação homem-natureza, Sociedade-Ciência e Química-ambiente? Acreditamos que a análise do conteúdo destes artigos pode apontar para possíveis contribuições tanto à formação de professores de Química da Educação Básica quanto à elaboração de práticas didático-metodológicas problematizadoras voltadas à formação de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais presentes nas sociedades as quais pertencem.

Diante disso, o problema de pesquisa pode assim ser expresso: **como se caracteriza a abordagem de problemas/temáticas ambientais em textos de dois periódicos destinados a professores de Química da Educação Básica?**

Como questões de fundo, temos: em que o conteúdo de textos como estes pode contribuir para elaboração de práticas didático-metodológicas no ensino de Química, voltadas à formação de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais presentes no

contexto em que vivem? Ou ainda: Quais as possíveis contribuições para a formação de professores de Química da Educação Básica?

O objetivo geral desta pesquisa, portanto, foi o de contribuir para a abordagem crítica e socioambiental de temáticas relativas ao meio ambiente na educação em Química; e, em decorrência disso, analisar e problematizar o conteúdo de textos sobre questões ambientais divulgados nas revistas *Química Nova na Escola* e *Green: la Scienza al servizio dell’Uomo e dell’Ambiente*, ambas dirigidas a professores de Química de nível médio.

E os objetivos específicos, são:

a) identificar e discutir aspectos teóricos, dos campos ambiental, científico e educacional, considerados relevantes e imbricados nas discussões relativas à problemática do meio ambiente;

b) identificar e caracterizar os grandes “temas ambientais” abordados em textos publicados na revista brasileira *Química Nova na Escola* e na italiana *Green: la Scienza al servizio dell’Uomo e dell’Ambiente*;

c) investigar argumentos de dimensão social, econômica, ética e/ou política no *corpus* de análise;

d) verificar e analisar a apresentação de mensagens relacionadas à Química Ambiental e à perspectiva da Química Verde nos textos selecionados; e

e) discutir possíveis contribuições do conteúdo dos textos analisados à formação de professores de Química da Educação Básica, bem como à elaboração de práticas didático-metodológicas, pautadas nas perspectivas Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS.

Para tanto, estruturamos este trabalho da seguinte forma:

No primeiro capítulo, refletimos sobre a caracterização contemporânea do meio ambiente como um contexto de crises, no qual se conjugam tanto aspectos físico-químicos e biológicos como sociais, políticos, econômicos, culturais e científico-tecnológicos. Neste sentido, a partir da interlocução teórica com autores de outras áreas do conhecimento, destacamos a compreensão da problemática ambiental a partir de uma perspectiva complexa: que inter-relaciona as causas da degradação ambiental, em nível global, tanto ao aumento da população mundial e ao esgotamento dos recursos naturais como aos modelos de desenvolvimento econômico e ao estilo de vida (in)sustentado, em especial, das sociedades ocidentais de consumo. Além disso, refletimos sobre a relação do desenvolvimento científico e tecnológico com os

problemas ambientais, destacando o papel da Química tanto no que se refere à origem dos mesmos quanto para o apontamento de algumas soluções tecnocientíficas ligadas à *remediação* (Química Ambiental) e, especialmente, à *prevenção* (Química Verde). Por fim, também discorreremos sobre os resultados de determinadas pesquisas que tinham por objetivo analisar diferentes concepções de meio ambiente, pelo que observamos a predominância de uma visão naturalista em relação à globalizante (REIGOTA, 1997) ou socioambiental (CARVALHO, 2008). E, neste âmbito, enfatizamos algumas das implicações destas concepções para o entendimento dos problemas adjetivados como *ambientais*, para proposição de soluções a eles e para as práticas pedagógicas.

No segundo capítulo, por sua vez, evidenciamos algumas trajetórias da EA e perspectivas relacionadas à abordagem de problemas ambientais no currículo e nas práticas pedagógicas do ensino de Química da Educação Básica, conforme referenciado por pesquisas da Educação Científica e Química e nos documentos curriculares oficiais. Assim, apontamos para a existência e diferenciação de duas grandes vertentes em EA: a Conservadora e a Crítico-Transformadora. Além disso, argumentamos sobre a importância de abordagens teórico-metodológicas envolvendo a estruturação curricular a partir de temáticas emergentes da realidade local dos alunos – e, por isso, representativas de problemas do ambiente (na perspectiva globalizante) vivido por eles. Igualmente discutimos aspectos ligados ao papel do ensino de Química para esta formação, tendo em vista: **1)** o potencial explicativo dos conhecimentos científicos/químicos para uma melhor compreensão do meio natural e social em que vivemos; e **2)** a perspectiva de que os empreendimentos de todas as Ciências e suas tecnologias são parte constitutiva da cultura elaborada, pelo que o processo de sua produção se caracteriza como uma atividade humana, sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas. Dimensões estas que tentamos manter presente na discussão final do capítulo sobre possíveis contribuições da Química Ambiental (QA) e da Química Verde (QV), respectivamente, para compreensão de temas envolvendo problemas ambientais, e para formação cultural dos alunos.

Expostas as interlocuções teóricas que nortearam o trabalho, no terceiro capítulo, detemo-nos na apresentação do caminho metodológico seguido para o desenvolvimento da pesquisa. Pelo que, nesta parte, discorreremos sobre a justificativa de escolha dos periódicos analisados, o significado da investigação das produções textuais em questão, bem

como, sobre a metodologia para análise das mesmas (Análise de Conteúdo).

Por fim, no quarto e último capítulo, expomos acerca dos resultados da análise dos textos selecionados das revistas *Química Nova na Escola* e *Green: la scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente*, apontando, por conseguinte, algumas contribuições do conteúdo dos mesmos para formação e atuação docentes, na perspectiva da vertente Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque .

1 MEIO AMBIENTE: UM CONTEXTO DE CRISES EM REFLEXÃO

“[...] para apreender a problemática ambiental, é necessária uma visão complexa de meio ambiente, em que a natureza integra uma rede de relações não apenas naturais, mas também sociais e culturais”
(CARVALHO, 2008, p. 38).

Praias com balneabilidade comprometida, córregos e baías poluídas principalmente por esgoto doméstico, doenças diarreicas e verminoses, manguezais aterrados e transformados em lixões, urbanização e favelização dos morros, loteamentos clandestinos desorganizados, população “manezinha” desempregada. Estes são apenas alguns exemplos de *problemas ambientais* que emergem de um contexto urbano como o da cidade de Florianópolis, resultantes de uma expansão/exploração imobiliária desordenada, desde a década de 1970, envolvendo uma ilha constituída por diferentes ecossistemas vulneráveis (CAMPOS, 2004). Complexas, diversas e interligadas, tais situações de degradação ambiental, embora manifestadas localmente, podem ser inseridas nas atuais discussões da caracterizada *crise ambiental de nossos tempos*, compreendida como uma crise planetária resultante da interação entre distintos aspectos — sociais, políticos, econômicos, culturais, dentre outros — determinados historicamente.

Assim como na Ilha de Florianópolis, a qual utilizamos apenas para exemplificar, outros contextos locais de nosso país (urbanos ou rurais) — nos quais as escolas estão inseridas — apresentam diversos problemas que igualmente podem ser associados a essas discussões, constituindo-se em “ponto de partida” para ações interventivas concretas, inclusive, educativas. Entretanto, em consonância com a afirmação feita por Carvalho (2008) citada acima, entendemos que um efetivo enfrentamento dessas situações (e, por conseguinte, da própria crise planetária) exige, dentre outros aspectos, a superação da dicotomia entre natureza e cultura/sociedade. Isto a partir de uma visão complexa de meio ambiente, a qual estabeleça relações entre os elementos naturais e sociais que compõem o mundo em que vivemos — o que vem sendo denominado de *socioambiental* em muitos estudos (por exemplo: LIMA, 1999; LITTLE, 2001; NICOLAI-HERNÁNDEZ, CARVALHO, 2006; VEIGA, 2007; CARVALHO, 2008; SANTOS *et. al.*, 2010a). Uma visão que “não nega a base 'natural' da natureza, ou seja, suas leis físicas e

seus processos biológicos, mas chama a atenção para os limites de sua apreensão como mundo autônomo reduzido à dimensão física e biológica” (CARVALHO, 2008, p. 38).

Segundo Brügger (1994), até a década de 1970 poucos eram os que se aventuravam a destacar os aspectos sociais da problemática ambiental, ao mesmo tempo em que “vivenciava-se ainda, a nível planetário, o fim de certa prosperidade propiciada por uma ciência e uma tecnologia — 'boas em si' — que é cada vez mais questionada” (p. 14). Neste sentido, interessam-nos discutir, neste primeiro capítulo, aspectos importantes que nortearam a construção daquele olhar mais abrangente sobre o meio ambiente e seus problemas.

Assim, num primeiro momento, apresentamos reflexões de autores de diferentes áreas do conhecimento sobre as possíveis causas da crise de nossos tempos, bem como a evolução das ideias de “proteção” ambiental e a emergência do ideário ambientalista no mundo, o qual apontou para a necessidade de superação de uma perspectiva conservacionista e técnica para compreensão e enfrentamento das situações de degradação ambiental. Isto o fazemos também com o intuito de destacar a gravidade desta temática e a importância de sua inserção em processos educativos.

Além disso, ainda neste capítulo, destacamos alguns aspectos das interações entre desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações ambientais. Dentro do que apresentamos pontos relativos ao “surgimento” da Química Ambiental (QA) e da Química Verde (QV), e à *difusão científica* (BUENO, 1985) nacional e internacional desta última no meio acadêmico, de pesquisa e de ensino, e nos setores produtivos (industrial e agrícola). Neste âmbito, esperamos evidenciar algumas possibilidades e certos limites que os conhecimentos científicos/químicos apresentam quando da proposição de soluções para determinadas situações de degradação ambiental. Almejamos ainda propiciar uma discussão crítica a respeito do balanço benefício-malefício da Ciência/Química e algumas de suas implicações ambientais.

Por fim, discutimos os resultados de algumas pesquisas brasileiras que tinham por objetivo analisar o modo como indivíduos ou grupos sociais do país percebem ou representam o meio ambiente, pelo que observamos a predominância de uma representação *naturalista* em relação à *globalizante* (REIGOTA, 1997). Ou seja, tanto em contextos formais (CAMPOS, 1997; REIGOTA, 1997; MORAES, LIMA JUNIOR, SCHABERLE, 2000; LEAL, 2002; MARQUES *et al.*, 2007;

COELHO, 2005; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009) quanto no contexto não-formal (CRESPO, NOVAES, 2001), a maioria das pessoas, inclusive professores, entende meio ambiente como sinônimo de natureza, da qual os seres humanos não fazem parte — evidenciando que a dicotomia existente entre natureza e cultura/sociedade ainda se faz fortemente presente nas concepções de mundo dos sujeitos, em tempos contemporâneos (TORRES, 2010). Por outro lado, apenas uma pequena parcela da população parece revelar uma concepção mais abrangente, denominada de *representação social globalizante*, em que o meio ambiente pode ser compreendido como “lugar determinado ou percebido onde os elementos naturais e sociais estão em relações dinâmicas e em interação” (REIGOTA, 1997, p. 14). Consideramos importante apresentar estes resultados, na medida em que, segundo Moraes, Lima Junior e Schaberle (2000), “diferentes representações de 'meio ambiente' levam a diferentes compreensões da problemática ambiental e, conseqüentemente, a diferentes propostas e medidas para o seu enfrentamento” (p. 84).

Com isso não pretendemos, obviamente, esgotar todas as discussões que permeiam o *campo ambiental*, ou seja, “o amplo conjunto de práticas sociais voltadas para os diferentes aspectos das relações entre sociedade e ambiente” (CARVALHO, 2008, p. 25); mas apontar para reflexões que possam contribuir para uma abordagem socioambiental e crítica⁴ de temáticas ambientais⁵ no ensino de Química. Acreditamos que essa abordagem mais ampla abre espaço para repensarmos a prática pedagógica no ensino de Ciências, e particularmente de Química, com vistas à formação de um aluno capaz de se posicionar, julgar e tomar decisões justas e acertadas em questões que envolvam a Química e a Sociedade, da qual não entendemos dissociado o meio ambiente.

⁴Por abordagem *crítica* compreendemos aquela que aponta para a “tomada de consciência” dos conflitos e contradições existentes nas relações entre os seres humanos e a natureza e deles entre si, visando à transformação destas relações em direção à equidade social e à sustentabilidade ambiental.

⁵Conforme apresentamos na introdução deste capítulo, neste trabalho consideramos a dimensão *ambiental* a partir da perspectiva de relação existente entre os elementos naturais e sociais que compõem o mundo em que vivemos – o que vem sendo denominado “socioambiental”. Portanto, considere-se que a menção ao termo “ambiental” encontra-se ancorada na *representação globalizante de meio ambiente* (REIGOTA, 1997), a qual será discutida de forma mais detalhada no item 1.4 deste capítulo.

1.1 A crise ambiental de nossos tempos

“Será difícil evitar desastres nos próximos cem anos, sem falar nos próximos mil ou milhão de anos. Nossa única chance de sobrevivência em longo prazo é não permanecer aqui na Terra, mas nos espalharmos pelo espaço”

(**Stephen Hawking** – foto ao lado – em entrevista publicada no site *Big Think*, em agosto de 2010).



Este é o destino humano na opinião do físico teórico britânico Stephen Hawking: abandonar a Terra nos próximos cem anos ou se tornar uma espécie extinta, considerando as ameaças de guerras, a exploração excessiva dos recursos naturais, a quantidade exagerada de gente vivendo no planeta e nossa capacidade técnica de mudar o ambiente (para o bem ou para o mal). Embora soe catastrófica e polêmica, a fala do cientista parece encontrar certo respaldo nas diversas transformações — científico-tecnológicas, culturais, sociais, econômicas e ambientais —, vivenciadas pelas sociedades de nosso tempo (especialmente as ocidentais), e tratadas por alguns autores como uma “crise da modernidade”, “civilizacional” ou, ainda, “crise da ocidentalidade”, na qual se insere a denominada *crise ambiental*. Conforme nos coloca Lima (2002, p. 138), “vivemos um momento sócio-histórico marcado por uma notável multiplicação de riscos naturais e tecnológicos e pela **permanente sombra da incerteza**, ambos característicos da modernidade avançada” (*grifo nosso*). E é esta “sombra de incerteza” que, aparentemente, paira sobre o posicionamento do físico britânico favorável à empreitada de colonização de outros planetas do Sistema Solar.

Hawking, entretanto, parece negligenciar que as referidas ameaças estão intimamente relacionadas à própria existência do ser humano e às relações estabelecidas por ele com a natureza e com os outros seres humanos. Relações estas geridas por uma ética antropocêntrica — que não leva em consideração os outros seres vivos — e por prioridades individualistas ou corporativistas — que “desconsideram” as outras pessoas e quanto mais as gerações futuras. E,

neste caso, partir para o povoamento do Espaço não nos parece a solução mais plausível. Até mesmo porque a despeito das inúmeras especulações, ainda são consideradas remotas as probabilidades de se encontrar outro planeta que reúna as condições ideais para a existência da vida, tal como a Terra.

Embora discordemos de Hawking quanto a este aspecto, iniciamos citando seu depoimento na medida em que ele trás à tona não apenas a possibilidade de o próprio ser humano estar ameaçado de extinção em face da agudização dos problemas ambientais prementes no limiar do século XXI, como também, a necessidade de uma visão crítica e socioambiental sobre a crise que estamos vivenciando para seu efetivo enfrentamento. Discutir e “problematizar” esta temática, buscando entender suas causas e peculiaridades, nos parece essencial dentro de uma perspectiva educacional crítica preocupada com a transformação social e cultural — a qual defendemos neste trabalho — a fim de se evitar um tratamento ingênuo e reducionista dos problemas ambientais que podem se constituir em conteúdos/temas de ensino.

Sobretudo a partir das últimas três décadas, a problemática ambiental tornou-se um importante foco de atenção mundial e, igualmente, de modismos, sem precedentes históricos. Atualmente, em diferentes países do mundo, são corriqueiras as notícias e manchetes jornalísticas tratando de desastres ecológicos e de previsões apocalípticas, como no caso da entrevista concedida por Stephen Hawking ao site *Big Think*. E temas/assuntos como “mudanças climáticas”, “escassez de água potável”, “diminuição da camada de ozônio”, “crise energética”, “riscos de pandemias”, entre outros, passaram a ser populares em nosso dia a dia. Segundo Brügger (1994, p. 17), isso é historicamente novo, porque “até a primeira metade do século XX e mesmo até meados dos anos 60, **preocupações globais com a saúde da 'espaçonave' Terra** eram praticamente inexistentes” (*grifo nosso*). Mas qual a razão disso? Significa que as experiências humanas de alterações e impactos ambientais são “novidades” deste último século?

Se considerarmos que a transformação do meio ambiente (natural e construído) está intimamente relacionada à própria existência do ser humano e às relações estabelecidas por ele com a natureza e com os outros seres humanos, veremos que, desde tempos remotos, existem problemas aos quais poderíamos chamar de *ambientais*. Os recursos naturais (que fazem parte do meio ambiente), por exemplo, desde o surgimento da humanidade tiveram de ser explorados como fonte de

alimento e subsistência para sobrevivência dos *Homo sapiens*, pelo que observamos diferentes formas de sua degradação, especialmente após a fixação dos homens e mulheres nômades em uma determinada região e o desenvolvimento da agricultura. Conforme pontua Lorenzetti (2008):

Com a permanência do homem nômade em uma determinada região houve uma **mudança** na forma de organização da sociedade e **também na forma de utilização dos recursos naturais** que já não se renovam tão facilmente, tendo em vista as ações humanas sobre eles e a necessidade de produzir alimentos em maior quantidade, além de consumir os existentes nas regiões adjacentes (p. 166, *grifo nosso*).

Neste sentido, sequer podemos afirmar que desastres ecológicos, como aqueles relacionados à diminuição da biodiversidade e alterações deletérias nos ciclos naturais, são atributos exclusivos das sociedades (industriais e tecnológicas) de nossos tempos. Contribuindo ao debate deste aspecto, Brügger (1994) cita, por exemplo, alguns estudos realizados por antropólogos e historiadores acerca da aniquilação de espécies de animais em comunidades primitivas, como a extinção de aves na Austrália, e da queda de grandes civilizações, como os maias, devido à gestão inadequada de ecossistemas e dos recursos naturais.

É evidente, portanto, que a problemática ambiental, embora percebida em termos globais somente a partir dos anos 1970, não é recente, como pode parecer num primeiro momento. Mas certamente as alterações e impactos ambientais que as sociedades antigas causavam eram diferentes do que as sociedades atuais provocam (ou podem provocar), seja pela própria expansão da população mundial (em número e ocupação territorial), pelo uso intensivo dos recursos naturais não-renováveis, seja pela massiva industrialização sustentada por processos tecnológicos igualmente intensos. Nas palavras de Brügger (*Idem, Ibidem*, p. 27), “jamais alguma civilização teve, em termos planetários, o poder destruidor que tem a sociedade industrial”.

Com o advento da Revolução Industrial no século XVIII — caracterizada pelo desenvolvimento de um conjunto de inovações técnicas e tecnológicas que levaram ao surgimento das fábricas e provocaram grandes mudanças econômicas, políticas, sociais e culturais — a capacidade dos seres humanos de transformar o meio ambiente cresceu exponencialmente, provocando impactos negativos diferenciados. Acerca desta questão, Little (2001) nos coloca que:

A forma industrial de produção, que começou com a Revolução Industrial no século XVIII, representa um momento ambiental chave na história da humanidade à medida que produziu um aumento exponencial na magnitude e na intensidade dos impactos ambientais das novas tecnologias. [...] Com as conseqüentes transformações nas tecnologias de comunicação e transporte, o mundo encolheu e a forma industrial de adaptação foi disseminada por todo planeta (p. 115).

Baseado no “2º princípio” da termodinâmica ou lei da entropia⁶ para sistemas abertos, o químico italiano Enzo Tiezzi (1988, p. 36) afirma ainda que “todas as atividades humanas (mesmo e em particular as que criam ordem e organização) produzem inevitavelmente desordens, crises, poluição e, em última análise, a decadência do meio ambiente”. Todavia, a partir deste último século, o poder e a capacidade dos seres humanos de *acelerarem ainda mais* os processos de degradação aumentaram consideravelmente, tendo em vista que,

As modificações naturais, que antes ocorriam em períodos de milênios, hoje, com o forte impacto das modernas tecnologias, podem ocorrer em períodos brevíssimos. Os tempos biológicos entre uma geração e outra, na atualidade, são muito rápidos; a velocidade com que as novas gerações se defrontam com os processos produtivos e assimilam as novidades tecnológicas é enorme; e também cresce

⁶A segunda lei da termodinâmica, ou lei da entropia, pode ser enunciada de várias formas, e todas elas refletem a irreversibilidade na evolução de sistemas macroscópicos em direção ao equilíbrio térmico (BRANDI e BARLETTE, 2001). A entropia é representada pela quantidade de energia que não é mais capaz de realizar trabalho e também é a medida do grau de desordem e da probabilidade na natureza. “A primeira lei da termodinâmica trata apenas do *balanço geral da energia* e nos declara que esta não pode ser criada e nem destruída. A segunda lei, por sua vez, trata do *uso da energia*, da sua disponibilidade de realizar trabalho e da sua tendência na natureza a encaminhar-se para formas degradadas, inúteis” (TIEZZI, 1988, p. 23, grifos do autor). Nas últimas décadas, o conceito de entropia expandiu-se em várias direções, beneficiando áreas como Psicologia, Economia e Ecologia. No contexto desta última, muitos autores têm relacionado a degradação ambiental com a entropia (energia residual) gerada pelo trabalho produzido pela intervenção dos seres humanos em processos de produção (BRANDI, BARLETE, 2001). Dentre estes autores está o químico italiano Enzo Tiezzi. Discussões mais detalhadas sobre a interpretação da degradação dos recursos naturais pelo enfoque termodinâmico, bem como a apresentação de outros referenciais teóricos podem ser encontradas em BRANDI e BARLETTE, 2001.

celeremente a velocidade com que evoluem as próprias relações de produção e os modos de produzir (*Idem, Ibidem*, p. 7, *grifo nosso*).

Conforme o autor, tais transformações envolvendo os sistemas físico-químico, biológico e social-humano fazem, por conseguinte, com que se “aproximem” de forma igualmente veloz as condições de não-sobrevivência para todas as formas de vida da Terra, dentre elas, a espécie humana:

Pela primeira vez na história da humanidade, defrontamo-nos com algumas crises que podem comprometer todo o planeta. O problema demográfico [...], a possível alteração permanente da atmosfera e do clima [...], o risco de um conflito nuclear e o esgotamento dos recursos energéticos são os quatro aspectos mais gritantes de uma **crise global** (ambiental, energética, econômica), **que compromete todo o equilíbrio biológico** (*Idem, Ibidem*, p.35, *grifo nosso*).

Em vista disso, vemos que, no mínimo, quatro fatores importantes parecem diferenciar as situações de degradação ambiental vivenciadas nas sociedades contemporâneas: sua diversidade, complexidade, e extensão no tempo e no espaço. Aspectos que contribuíram para que os problemas ambientais antes considerados de forma isolada e localizada passassem a ser vistos como interdependentes e de abrangência planetária. Assim como cooperaram para que alguns autores caracterizassem a crise emergente em meados do século XX como irreversível (NICOLAI-HERNÁNDEZ, CARVALHO, 2006).

A partir da segunda metade dos anos 1960 e da década de 1970, tornaram-se comuns os exercícios de mapeamento e identificação de diferentes casos de degradação ambiental existentes pelo mundo, os quais pareciam apontar para um “consenso coletivo aparente” acerca da gravidade da crise ambiental vivenciada e da necessidade de medidas interventivas. Entretanto, já naquele período — caracterizado como sendo o de “emergência do movimento ambientalista” — ficaram evidentes algumas controvérsias em torno da problemática ambiental, as quais perduram até os dias atuais. Como entender suas causas? Quais são os fatores condicionantes da crise ambiental? Ela se deve, sobretudo, à exaustão dos recursos naturais e à poluição, ou existem outros aspectos envolvidos? Quais são seus efeitos e sobre quem eles recaem? E, principalmente, que medidas poderiam ser tomadas para

reverter (se isso for possível!) ou, pelo menos, desacelerar os processos de degradação ambiental em escala planetária? A diversidade de respostas, posicionamentos e possíveis explicações dadas pelos diferentes segmentos da sociedade que têm refletido sobre estas questões é exemplificadora das controvérsias existentes. Em vista do que, para Nicolai-Hernández e Carvalho (2006, p. 129), “o aparente consenso em torno desse tema se desfaz, mesmo antes de se discutir mais profundamente as concepções político-ideológicas que se relacionam com a temática ambiental”.

Tal aspecto é muito bem apresentado por Layrargues (2004a), quando este nos aponta alguns dos posicionamentos existentes hoje — “para não alongar demais a lista” —, sobre as causas da destruição ambiental de nossos tempos:

Dependendo da ótica que se observa, uns entendem que a crise ambiental se instaurou no momento em que a explosão populacional se mostrou incontrolável, outros acreditam que a raiz da crise está no crescimento econômico, outros ainda acentuam a visão de mundo reducionista, antropocêntrica, cartesiana e utilitarista da natureza, e outros, para não alongar demais a lista, depositam a responsabilidade pela crise ambiental no sistema que se organiza social e produtivamente em função de uma ideologia individualista e competitiva (pp. 1 e 2, *grifo nosso*).

De outra parte, em síntese, para o sociólogo John A. Hannigan (1995) duas abordagens principais *a priori* podem ser identificadas, quais sejam, as *explicações ecológicas* e as *explicações da economia política*. De acordo com as primeiras, a crise ambiental, em termos gerais, é percebida como resultado da pressão exercida pelo crescimento da população sobre os recursos naturais (que são limitados) e ecossistemas (que são vulneráveis) do planeta, na medida em que estes servem como armazém de provisões, espaço para viver e depósito de resíduos. A Figura 1⁷ poderia representar esquematicamente esta abordagem:

⁷Esta representação é baseada no modelo elaborado por outros dois sociólogos, Catton e Dunlap, no início dos anos 1980, para explicar a base ecológica da destruição ambiental. Neste modelo são especificadas três funções gerais que o meio ambiente oferece aos seres humanos: armazém de provisões, depósito de resíduos e espaço para viver. Para Hannigan (1995), ele corporifica a perspectiva das explicações ecológicas.

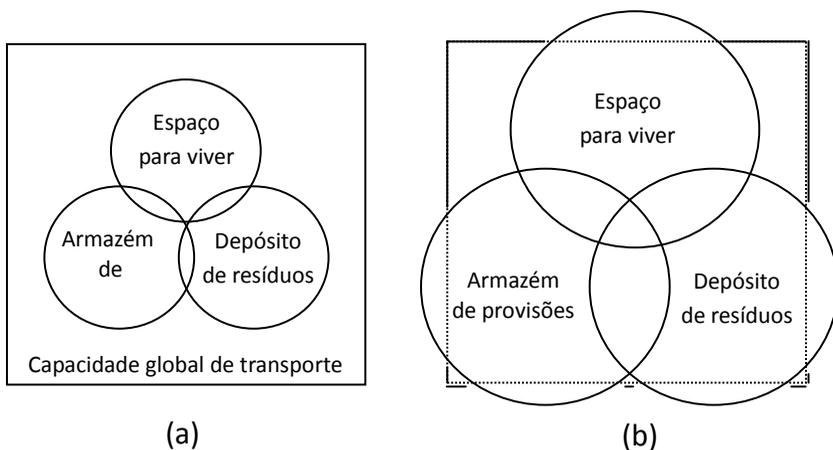


Figura 1. Funções competitivas do ambiente: (a) cerca de 1900; (b) situação atual.

Fonte: DUNLAP, 1993, p. 734 *apud* HANNIGAN, 1995, p. 28.

Conforme podemos depreender da interpretação do diagrama acima, mais pessoas vivendo no planeta implicam: a) maior utilização dos recursos naturais, renováveis e não-renováveis (ar, água, combustíveis fósseis), que são essenciais à vida; b) maior exploração de ecossistemas e destruição do *habitat* de outras espécies para o alojamento dessas pessoas e construção de outros elementos essenciais para a vida, como sistemas de transporte, por exemplo; e c) maior produção de lixo, esgoto doméstico e subprodutos industriais, os quais, por sua vez, excedem a capacidade dos ecossistemas de absorverem tais resíduos, resultando em problemas de saúde e desequilíbrios ecológicos. Nesta perspectiva, portanto, problemas ambientais como o aquecimento global, o desmatamento, as chuvas ácidas, a contaminação dos recursos hídricos e dos solos, entre outros exemplos, têm sua origem na competição e sobreposição destas três funções gerais que o meio ambiente oferece aos seres humanos, as quais se superdimensionam “tão simplesmente” devido ao aumento da população mundial. Enfim, são problemas derivados da “exploração do espaço”.

Para os defensores das *explicações da economia política*, por outro lado, a “culpa” pela destruição do meio ambiente está, exclusivamente, no capitalismo industrial avançado e na sua busca por saúde, poder e lucro; pelo que “as questões ambientais são

fundamentalmente questões de classe social [...] em que as corporações e o Estado se encontram lado a lado em oposição aos cidadãos comuns” (HANNIGAN, 1995, p. 30). Em outras palavras, a crise ambiental de nossos tempos é interpretada como:

o efeito da acumulação de capital e da maximização da taxa de lucro a curto prazo, **que induzem a padrões tecnológicos de uso e ritmos de exploração da natureza, bem como, formas de consumo**, que vêm esgotando as reservas de recursos naturais, degradando a fertilidade dos solos e afetando as condições de regeneração dos ecossistemas naturais (LEFF, 2001, p. 59, *grifo nosso*).

Sem retirar os méritos de cada uma destas perspectivas, ainda segundo Hannigan (1995), nenhuma delas pode ser aceita por completo e de forma isolada. As *explicações ecológicas* porque parecem ignorar o papel das ações e relações sociais (que são relações de valor e de poder) na transformação do meio ambiente (natural e construído), e “a forma como elas estão implicadas na sobreutilização e abuso dos recursos ambientais” (*Idem, Ibidem*, p. 30). E neste sentido, outros autores, com os quais concordamos, também são enfáticos (TIEZZI, 1988; BRÜGGER, 1994; LAYRARGUES, 1998, 2004a; LEFF, 2001; LIMA, 2002), dentre os quais destacamos a afirmação de Layrargues (2004a):

é preciso que fique claro que a crise ambiental não é sinônimo de uma crise ecológica. **Não é exatamente a relação Humano x Natureza que se encontra fora de sintonia, mas as próprias relações sociais que permanecem com uma base conflituosa.** É até mais provável que a crise ambiental seja manifestação de um **dilema civilizacional** [...]. Compreender a problemática ambiental como uma mera questão ecológica significa cair na **armadilha do reducionismo**, como se o problema estivesse posto numa ordem de linearidade do processo interativo humano com a natureza, **como se bastasse ao ser humano reaprender a ler o livro da natureza para saber como interagir de forma 'ecologicamente correta'** (p. 2, *grifo nosso*).

Um exemplo que poderíamos utilizar para clarificar a insuficiência de uma explicação meramente ecológica diz respeito aos

problemas ambientais resultantes de atividades industriais ligadas à Química, tais como a poluição atmosférica decorrente da emissão de gases tóxicos, a poluição de recursos hídricos resultante do lançamento de resíduos não-tratados, etc. De acordo com esta perspectiva explicativa, a origem destes problemas reside, sobretudo, nas espécies químicas poluentes dispersas na natureza. São elas as “vilãs da história”. Não são colocados em questão os interesses e as relações econômicas e de poder que integram o sistema produtivo das indústrias químicas, as quais também estão imbricadas na origem dos referidos problemas ambientais. E, para Leff (2001), essa dissociação dos problemas de natureza social (como as relações econômicas e de poder) e ecológica (como os casos de poluição) são consequência de uma leitura ideológica que os fragmentou.

Por outro lado, ao atribuir toda “culpa” dos males do planeta exclusivamente à lógica de produção, consumo e acumulação do sistema capitalista, as *explicações da economia política* podem ser igualmente criticadas na medida em que as economias socialistas também partilham um compromisso com uma industrialização desenfreada. E a degradação ambiental generalizada existente em diferentes países do antigo bloco soviético — e mais recentemente na China — é indicativa desse aspecto (HANNIGAN, 1995). De acordo com Arthur Soffiati (2002), historiador ambiental brasileiro, o fato da presente crise ambiental também estar presente em países pretensamente socialistas é revelador de sua singularidade:

a presente crise ambiental revela particular singularidade quando comparada a todas as outras. **Antes de tudo trata-se de uma crise antrópica, vale dizer, de uma crise derivada de atividades humanas, quer praticadas no modo de vida capitalista, quer praticadas no modo de vida do chamado socialismo** (SOFFIATI, 2002, p. 44, *grifo nosso*).

Muito embora concordemos com Soffiati (2002) sobre a relevância do antropocentrismo no contexto da problemática planetária vivida em tempos contemporâneos, nos parece notória a complexidade e o caráter multidimensional assumido pela mesma. Assim como a confluência de processos naturais e sociais de diferentes ordens de materialidade para a emergência do atual cenário de degradação ambiental. Razão pela qual, autores como Layrargues (2004a), Brügger (1994) e Lima (1999), dentre outros, afirmam que esta questão não se

trata apenas de uma crise no gerenciamento da natureza, por si só. Ela revela uma crise de civilização que coloca em xeque tanto as formas de pensamento ditas sólidas e/ou estáveis — dentre as quais destacamos as concepções hegemônicas de *desenvolvimento*, de *Ciência* e de *meio ambiente*, por exemplo — quanto as formas de organização social.

Tais aspectos sugerem, conforme Lima (1999, p. 136), “um movimento de transição, um clima de incertezas, um desgaste de velhas fórmulas sociais, uma apreensão angustiada com o futuro e uma possibilidade de novas sínteses”. Novas sínteses que articulam economia e ecologia, ética e política, ciências naturais e sociais, cultura e natureza, entre outras dicotomias; e visam a um redirecionamento para um modo de vida ecologicamente sustentável, conforme pressupõe a evolução dos princípios de preservação ambiental e o ideário ambientalista emergente nos anos 1960/70, dos quais trataremos a seguir.

1.2 A EMERGÊNCIA DO IDEÁRIO AMBIENTALISTA E A EVOLUÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

“Pensar em uma mudança radical da sociedade, tendo como base uma perspectiva ecológica⁸ [ambientalista], é uma utopia que não deve ser entendida como ingênua ou impossível, mas como um conjunto de ideias que tendem a gerar atividades visando mudanças no sistema prevalente”
(REIGOTA, 1997, p. 22).

Conforme discutimos acima, até a primeira metade do século XX e mesmo até meados da década de 1960, as preocupações globais com os impactos das ações antrópicas sobre a vida na Terra eram muito insipientes. Ademais, não apenas os problemas ambientais eram vistos de forma isolada e localizada, como a própria concepção de meio

⁸A expressão “perspectiva ecológica” utilizada por Reigota não encontra relação ou afinidade teórica com o que Hannigan (1995) chama de “explicações ecológicas” da crise ambiental. Enquanto este adota o termo “ecológica” para se referir às explicações que excluem o papel das relações sociais na emergência da problemática ambiental, aquele o utiliza tendo em vista o ideário ambientalista de construção de um mundo melhor, ambientalmente preservado e socialmente justo. O mesmo ocorre com outros autores, como Carvalho (2008), que igualmente empregam a palavra “ecológico(a)” a partir da resignificação dada a esta no campo *ambiental*. Neste caso, com vistas a evitar, portanto, confusões conceituais, utilizaremos concomitantemente a “ecológico(a)” a expressão “ambientalista”, distinguindo-a da perspectiva de Hannigan (1995).

ambiente e do valor atribuído a ele eram muito distintos, pelo que, segundo Calvo e Corraliza (1994 *apud* TOMAZELLO, FERREIRA, 2001), podemos observar mudanças significativas ao longo deste último século no que tange aos ideais ou princípios de proteção/preservação ambiental. O Quadro 1, abaixo, sintetiza a “evolução” destas concepções:

Data	Valor social	Meio ambiente	Princípio
1900	progresso/tecnologia	parques e santuários	estético
1960	qualidade de vida = consumo	tratamento da contaminação	bem-estar
2000	preservação	desenvolvimento sustentável	ético

Quadro 1. Evolução das concepções ambientais no século XX.

Fonte: Calvo e Corraliza (1994), citados por Tomazello e Ferreira, 2001, p. 200.

Em fins do século XIX e durante as quatro ou cinco primeiras décadas do século XX, já existiam preocupações e ações sistemáticas voltadas para a proteção ambiental, dentre as quais podemos citar a realização do I Congresso Internacional para a Proteção da Natureza, em 1923, em Paris. Todavia, ainda nesta época o enfoque “ambiental” e os esforços relativos ao “meio ambiente” concentravam-se, sobretudo, na instalação de parques e santuários ecológicos para a preservação das paisagens naturais e da vida selvagem. E, com este objetivo, “muitos países, inclusive o Brasil, passaram a proteger amostras do ambiente natural por meio de Parques Nacionais” (TOMAZELLO, FERREIRA, 2001, p. 200).

Neste contexto histórico, portanto, vemos que a problemática ambiental era vista preponderantemente numa perspectiva idílica e romântica, baseada no *valor estético da natureza*, o que representava considerá-la em sua forma isolada do contato com o ser humano, e pressupunha, por conseguinte, o distanciamento na relação sociedade/cultura e natureza (ANGOTTI, AUTH, 2001; TOMAZELLO, FERREIRA, 2001; LAYRARGUES, 1998). Além disso, a própria compreensão de meio ambiente restringia-se aos elementos bióticos e abióticos do ambiente natural.

Ao longo da década de 1950 até 1970, por sua vez, houve uma mudança na abordagem dos problemas ambientais, em especial e a

princípio nos Estados Unidos e na Europa, a qual se deve, segundo Layrargues (1998), a uma conjunção de fatores:

várias circunstâncias além dos alertas dos cientistas, do movimento contracultural e do livro *Primavera Silenciosa*, como, por exemplo, os efeitos negativos da afluência para grande parte da população do planeta, os testes nucleares franceses, os vários desastres ambientais muito divulgados pela mídia em tom de catástrofe, como a precipitação nuclear devido aos testes atômicos, o naufrágio do petroleiro Torrey Canyon em março de 1967 na Inglaterra, a contaminação da baía de Minamata no Japão, entre outros, **propiciaram a ampliação da preocupação ecologista para o âmbito da vida humana** (p. 94, *grifo nosso*).

Calvo e Corraliza (1994, *apud* TOMAZELLO, FERREIRA, 2001) interpretam este novo olhar como uma evolução nas concepções e valores referentes ao meio ambiente, pelo que, a partir de então, as ideias de proteção ambiental começam a se vincular a certa *qualidade de vida e bem-estar* relacionados à saúde humana. Assim, começam a ganhar destaque, inclusive na área da Química com o desenvolvimento da Química Ambiental (conforme discutiremos de forma pormenorizada mais adiante), as iniciativas envolvendo o controle na emissão de poluentes e o tratamento de ambientes naturais poluídos, como rios, lagos, solos, etc.

Outrossim, foi essa transição do enfoque “ambiental” com ênfase na proteção de “amostras” da fauna e da flora para uma perspectiva que concebe os problemas dessa designação no seio das relações da sociedade com a natureza e dos seres humanos entre si que caracterizou o surgimento do *Novo Ambientalismo*, conforme o denomina Layrargues (1998), ou da *Ecologia do Movimento Ambientalista*, nas palavras de Carvalho (2008). De acordo com a literatura (BRÜGGER, 1994; HANNIGAN, 1995; CARVALHO, 2008), a emergência desta “consciência” e do movimento ambientalista (concebido como um movimento social global) naquele período histórico pode estar relacionada a diferentes razões. Dentre as principais explicações se destacam: a reação direta à degradação ambiental pós Segunda Guerra Mundial; uma mudança mais alargada nos valores em certos segmentos da sociedade, por influência de outros movimentos, como por exemplo,

o da contracultura; e a identificação de tensões nos sistemas políticos de algumas nações europeias.

No Brasil, as primeiras ações, entidades e movimentos autodenominados *ecológicos* ou *ambientais* começaram a se configurar no curso da década de 1970, a qual também foi marcada no plano governamental pelo estabelecimento de uma estrutura institucional voltada para a regulação, legislação e controle das questões de meio ambiente (CARVALHO, 2008). Um exemplo disso foi a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA), em 1973, com o objetivo de “estar atenta” aos casos de poluição, principalmente aos de caráter industrial, mais visível, e de proteger a natureza.

Sobre as raízes e o surgimento do ambientalismo brasileiro, Carvalho (2008) entende que ele

nasce em uma sociedade que, por um lado, está inserida em um contexto internacional e tenta responder às políticas desenvolvimentistas aí definidas, mas, por outro, internamente vive sobre os traumas da censura e da repressão política do período. Podemos dizer que o movimento ecológico no Brasil será resultado do encontro de dois contextos socioculturais: a) o contexto internacional da crítica contracultural e das formas de luta do ecologismo europeu e norte-americano; b) o contexto nacional, em que a recepção do ideário ecológico acontece no âmbito da cultura política e dos movimentos sociais do País, assim como na América Latina (pp. 49 - 50).

Em âmbito internacional, importantes eventos e acontecimentos internacionais marcaram e caracterizaram este momento de ampliação da preocupação ecologista/ambientalista, como a Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, em 1972, promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU), e a publicação, no mesmo ano, do relatório *Limites do Crescimento*,⁹ elaborado por uma equipe do Instituto de Tecnologia de Massachusetts⁹, contratada pelo Clube de Roma¹⁰. As conclusões básicas contidas neste

⁹Em inglês, *Massachusetts Institute of Technology*, mais popularmente conhecido pela sigla, MIT.

¹⁰Grupo formado, em 1968, por personalidades de diferentes países ricos, principalmente cientistas, governistas e economistas da Europa, os quais tinham por objetivo discutir as mudanças que estavam sendo produzidas no planeta em decorrência das ações humanas sobre o meio ambiente.

documento são: **1)** se as tendências e níveis de crescimento da população mundial, industrialização, poluição, produção de alimentos e esgotamento de recursos naturais continuarem imutáveis, serão alcançados, no prazo de até um século, os limites de crescimento neste planeta; **2)** há possibilidade destas tendências de crescimento serem modificadas, assim como de se formar uma condição de estabilidade ecológica e econômica que possa ser mantida até um futuro remoto; **3)** para se alcançar a referida estabilidade econômica e ecológica propõem-se, primeiramente, o congelamento do crescimento da população global e do capital industrial: a tese do *crescimento zero* (BRÜSEKE, 1995).

Logo após sua divulgação, várias críticas foram levantadas ao trabalho encomendado pelo Clube de Roma, especialmente aos prognósticos catastróficos e à alternativa proposta para “resolver” a crise ambiental global. Todavia, apesar das controvérsias, seu mérito reside até hoje no fato de ter alertado a população mundial sobre os riscos ao futuro da humanidade e os limites da exploração do nosso planeta. Além disso, depois da Conferência de Estocolmo — que colocou em pauta os dados do relatório *Limites do Crescimento* —, “inúmeras nações começaram a estabelecer legislações ambientais e a criar e/ou fortalecer as agências de monitoração e preservação ambiental, no intuito de controlar a poluição crescente e a degradação acelerada dos recursos naturais” (SOUZA, 2005, p. 21). Dentre estas nações está o Brasil, conforme mencionamos anteriormente.

De outra parte, ainda na década de 1970 e mais expressivamente na de 1980, começaram a proliferar os eventos, congressos e simpósios tratando de outra questão que também passou a ser relacionada à temática ambiental, qual seja, a educacional. Neste contexto, podemos destacar três conferências internacionais promovidas pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e que resultaram na elaboração de importantes documentos referentes à *Educação Ambiental* (EA): em 1975, a Conferência de Belgrado (Sérvia); a Conferência de Tbilisi (Geórgia), em 1977, e de Moscou (Rússia), em 1987 (MORADILLO, OKI, 2004). Citamos estes eventos referentes à Educação Ambiental, na medida em que ela

é parte do movimento ecológico [ambientalista]. Surge da preocupação da sociedade com o futuro da vida e com a qualidade da existência das presentes e futuras gerações. Nesse sentido, podemos dizer que a EA é herdeira direta do debate ecológico [ambientalista] e está entre as alternativas que visam construir novas maneiras

de os grupos sociais se relacionarem com o meio ambiente (CARVALHO, 2008, p. 51).

Além disso, mencionamos a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), em 1983, pela Assembleia Geral da ONU, de cujos trabalhos envolvendo audiências públicas e consultas a especialistas resultou a publicação do livro *Nosso futuro comum* (também conhecido simplesmente como Relatório Brundtland¹¹), em 1987. Este é considerado um dos documentos mais abrangentes sobre o panorama mundial da problemática ambiental e suas relações com o desenvolvimento do planeta. Nele foi pela primeira vez formalizado um conceito de “desenvolvimento sustentável”, ou seja, “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades” (CMMAD, 1991, p.46). E apontou-se a pobreza como uma das principais causas e um dos principais efeitos dos problemas ambientais do mundo.

Entretanto, assim como o relatório do Clube de Roma, o *Nosso futuro comum* atraiu várias críticas. Para Layrargues (1998):

Verifica-se aqui uma nova tentativa de generalizar os fatos, omitir um contexto histórico e criar assim o “homem abstrato”, **cuja consequência significa a retirada do componente ideológico da questão ambiental**, que passa a ser considerada com uma certa dose de ingenuidade e descompromisso diante da falta de visibilidade do procedimento histórico que gerou a crise ambiental (pp. 144 - 145, *grifo nosso*).

O autor faz tal afirmação na medida em que a Comissão Brundtland tinha como premissa básica que a busca de soluções para a crise ambiental seria uma tarefa comum a toda humanidade *independentemente* das origens históricas da atual situação, bem como da existência de atores sociais implicados na responsabilidade da degradação ambiental. Acerca deste último aspecto, Moreira (2000) afirma ainda que o “tom diplomático” do referido documento minimizou a crítica à sociedade industrial e aos países desenvolvidos, omitindo o

¹¹ A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, da ONU, foi presidida por Gro Harlem Brundtland e Mansour Khalid, daí o documento também ser popularmente conhecido por este nome.

peso da poluição da riqueza — caracterizada pelo consumismo exagerado — na origem da problemática ambiental.

Outra crítica feita por Layrargues (1998) ao Relatório Brundtland deve-se ao fato de que no mesmo:

Acredita-se, também, que o crescimento econômico pode continuar indefinidamente no mesmo ritmo, desde que ocorram modificações tecnológicas no sentido de tornar, sobretudo, os insumos energéticos mais econômicos e eficientes. [...] No entanto, por mais que as tecnologias modernas se adequem a essa nova premissa, permanece a dúvida da possibilidade de ocorrerem mudanças sociais e culturais que acompanhem voluntariamente estas transformações, uma vez que se tem como uma das características culturais da sociedade industrial de consumo justamente o desperdício, a descartabilidade, a obsolescência (pp. 147 - 148).

De tal sorte, não obstante a caracterização de uma mudança nos princípios de proteção ambiental com sua ampliação para o âmbito da vida humana, segundo este autor, ao longo das décadas de 1970/80, ainda há:

uma confiança absoluta na ciência e na tecnologia, com um equivalente descrédito aos aspectos psicossociais, culturais e, sobretudo, éticos, citados genericamente apenas como 'os sistemas de valores' de cada país, que deveriam ser levados em consideração pelos planejadores (*Idem, Ibidem*, pp. 109 - 110, *grifo nosso*).

O fato de, nos anos 1980, a preocupação ambiental de diferentes nações ter se centrado no controle e tratamento dos resíduos tóxicos e, por conseguinte, nos casos de poluição ambiental resultantes de diversos desastres ecológicos¹² (TOMAZELLO, FERREIRA, 2001), denota esta

¹²A década de 80 do século XX foi marcada por, pelo menos, quatro acidentes ambientais graves e que tiveram ampla repercussão no cenário internacional: 1) em 1984, o desastre com gás metil-isocianeto ocorrido em Bhopal, na Índia, que levou 3.300 pessoas à morte e deixou cerca de 20 mil doentes crônicos; 2) o acidente nuclear em Chernobyl, na Ucrânia, em 1986, considerado o pior desastre nuclear da história, que atingiu os países da União Soviética e da Europa Oriental, Escandinávia e Reino Unido, deixando um legado de mortos e milhares de casos de câncer; 3) em 1986, o incêndio e derramamento de 30 toneladas de pesticida no rio Reno, na região de Basiléia (Suíça), o qual resultou na “morte” de 193 km do rio; e 4) o desastre com óleo no Alasca, em 1989, que dispersou 37 milhões de litros de óleo no oceano.

confiança em soluções científico-tecnológicas para o enfrentamento da problemática.

Com a chegada dos anos 1990, porém, intensificam-se as reflexões e ações de diferentes setores da sociedade no sentido de acentuar o papel dos aspectos éticos e culturais na proposição de soluções concretas à crise ambiental. Isto é, à medida que a preservação ambiental (assim como a prevenção e precaução de impactos à natureza e à saúde humana) adquire um importante valor social ao final do século XX, novas contribuições tenderam a reforçar, especialmente no âmbito teórico, a articulação entre as questões/problemas ambientais e o processo de desenvolvimento a partir de *princípios éticos* (TOMAZELLO, FERREIRA, 2001; LAYRARGUES, 1998).

Como marco desta “evolução”, podemos destacar a realização, em 1992, da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Cúpula da Terra ou Rio-92. Neste evento, não apenas ficou evidente que os problemas ambientais tornaram-se transfronteiriços (não respeitando as fronteiras geopolíticas), como também que a problemática do meio ambiente ultrapassa os limites das ações isoladas e localizadas, exigindo uma articulação com os processos de **desenvolvimento socioeconômico a partir de princípios éticos**. A Agenda 21 foi um dos documentos resultantes desta conferência, configurando-se como uma “estratégia de sobrevivência” para o século XXI.

Mas o que significa um modo de vida ecologicamente sustentável? Que critérios ou parâmetros utilizar para definir o que seria um modo de vida ou desenvolvimento sustentável? No pleito destas questões encontramos uma miríade de respostas ainda hoje em construção, destacando a própria polissemia do termo *sustentabilidade* e uma diversidade de intencionalidades por trás de sua “defesa”, conforme expõem afiadamente Angotti e Auth (2001):

Com a reunião *Rio 92* se consolida a idéia de *desenvolvimento sustentável*, a qual, aparentemente solucionadora dos problemas ambientais, foi mais uma das tentativas que resultaram pouco significativas para enfrentar os problemas reais. **Por não ter critérios definidos, nem um significado próprio, abre a possibilidade para variadas interpretações.** [...] Uma vez que todos defendem o desenvolvimento sustentável – ricos e pobres, exploradores e explorados, incluídos e excluídos –, algo deve estar errado nisso. Esse termo polissêmico, ao ser

usado em muitos contextos, parece ter contribuído mais para manter a “lógica vigente” do que para realmente questioná-la e alterá-la (p. 17, *grifo nosso*).

Em se tratando de um fenômeno complexo em que múltiplos fatores podem ser correlacionados e no qual efeitos se tornam causas, que por sua vez geram novos e imprevisíveis efeitos (LAYRARGUES, 2004a), vislumbramos que a busca de soluções para a crise ambiental se mostra igualmente complexa. Por um lado, tendo em vista sua base material, as soluções passam por um repensar e transformar as estruturas social, política, econômica e científico-tecnológica das nações. Uma transformação que envolve, segundo Leff (2001):

a incorporação dos valores do ambiente na ética individual, nos direitos humanos e na norma jurídica dos atores econômicos e sociais; a socialização do acesso e apropriação da natureza; a democratização dos processos produtivos e do poder político; as reformas do Estado que lhe permitam mediar a resolução de conflitos de interesses em torno da propriedade e aproveitamento dos recursos e que favoreçam a gestão participativa e descentralizada dos recursos naturais; o estabelecimento de uma legislação ambiental eficaz que normatiza os agentes econômicos, o governo e a sociedade civil; as transformações institucionais que permitam uma administração transitoria do desenvolvimento; e a reorientação interdisciplinar do desenvolvimento do conhecimento e da formação profissional (pp. 111 - 112).

E, por outro, considerando-se os aspectos filosófico-epistemológicos, as soluções passam pela superação das visões de mundo fragmentadas que evidenciam a dicotomia entre sociedade/cultura e natureza e que balizam o pensamento ocidental, ainda predominantemente, instrumental e conservacionista. É no âmbito destes últimos aspectos que seguimos nossa discussão (ver mais adiante, após próximo item), a partir de alguns trabalhos brasileiros sobre concepções de *meio ambiente* dominantes e socialmente construídas em nosso país. Antes disso, porém, trataremos de alguns aspectos relativos às interações entre Ciência/Química, Tecnologia e Sociedade, especialmente, no que tange às implicações ambientais.

1.3 ASPECTOS DAS INTERAÇÕES ENTRE CIÊNCIA/QUÍMICA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

As décadas de 1950 e 1960 vivenciaram uma série de situações de degradação ambiental e desastres ecológicos que contribuíram para ressaltar a existência de uma crise ambiental. São tantos os exemplos que, mesmo sendo difícil selecionar, mencionaremos apenas alguns a título ilustrativo: a contaminação do ar em Londres e Nova Iorque, entre 1962 e 1965; os casos fatais de intoxicação com mercúrio em Minamata e Niigata, entre 1953 e 1965; a diminuição da vida aquática em alguns dos Grandes Lagos norte-americanos; a morte de aves provocadas pelos efeitos secundários imprevistos do diclorodifeniltricloreto (DDT) e outros pesticidas; e a contaminação do mar em grande escala, causada pelo naufrágio do petroleiro Torrey Canyon, em 1966 (MEDINA, 1997). Porém, para a percepção da *globalidade* destes e outros problemas ambientais (interpretados até então de forma isolada), dois setores sociais tiveram um papel de destaque neste período e nas duas décadas seguintes, quais sejam, os meios de comunicação social e as comunidades científicas (BRÜGGER, 1994; HANNIGAN, 1995; LAYRARGUES, 1998).

Acerca dos meios de comunicação, Hannigan (1995) afirma que:

Durante o final dos anos 1960 e princípio dos anos 1970, a cobertura ambiental dos meios de comunicação social aumentou dramaticamente [...] Os jornalistas começaram a perceber as dificuldades individuais, tais como os problemas de tráfego ou incidentes de poluição, como parte de um problema do “ambiente” (p. 85, *grifo nosso*).

Embora até a década de 1980 as histórias ambientais tenham aparecido ligadas a acontecimentos e problemas específicos (HANNIGAN, 1995), a cobertura jornalística destas pelo mundo e a possibilidade de transmissão das informações para qualquer ponto do planeta, contribuíram para a percepção de sermos uma “aldeia global”. Outrossim, possibilitou uma compreensão de que não só as camadas mais pobres da população ou os países menos desenvolvidos estavam sendo afetados pelas consequências nocivas da relação da sociedade com a natureza e dos homens entre si (BRÜGGER, 1994). Os efeitos de uma crise ambiental global também estavam a atingir os países mais

desenvolvidos economicamente ou a população mais rica das diferentes nações.

Outro setor social que teve um papel importante, neste período histórico, foram as comunidades científicas de diferentes partes do mundo. Conforme especifica Medina (1997, p. 258 *apud* LORENZETTI, 2008, p. 172):

na área do conhecimento científico, deram-se algumas descobertas que ajudaram a perceber a emergente globalidade dos problemas ambientais. A construção de uma **ciência internacional** também começava a consolidar-se nas décadas de 1960 e 1970, sendo que grande parte dos conhecimentos atuais dos sistemas ambientais foi gerado nesse período (*grifo nosso*).

Dentro deste contexto, consideramos importante ressaltar a publicação nos Estados Unidos, em 1962, do livro *Silent Spring*, da bióloga e jornalista, Rachel Carson, o qual evidenciou os efeitos nocivos à saúde humana e à natureza da utilização indiscriminada de pesticidas e inseticidas na agricultura. Segundo Lorenzetti (2008), o lançamento deste livro marcou as discussões sobre a problemática ambiental, uma vez que apresentou uma compreensão mais generalizada e sistematizada das agressões historicamente provocadas pelos seres humanos ao meio ambiente e as suas devastadoras consequências para o planeta. Assim como, enfatizou a interdependência entre os sistemas vivos que compõe o universo e o aumento da capacidade de destruição pela contaminação do ar, da terra, dos rios e dos mares por meio de materiais perigosos e letais. As ideias de Carson repercutiram não apenas na comunidade científica, como igualmente em outros grupos sociais; e, atualmente, são vistas, inclusive, como um marco histórico na constituição de uma “consciência ecológica” em termos mundiais (LAYRARGUES, 1998; LORENZETTI, 2008). Além disso, seu livro tornou público o impacto da indústria química, contribuindo para desencadear mudanças na legislação tanto dos Estados Unidos como de outros países no que diz respeito à produção e ao uso de agrotóxicos, a exemplo do DDT.

Seguindo a trilha da teoria construtivista, ou seja, da construção social de problemas ambientais, Hannigan (1995) afirma que:

É raro encontrar um problema ambiental que não tenha origem num corpo de investigação científica. As chuvas ácidas, a perda da biodiversidade, o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio, a desertificação e

envenenamento por dioxinas, são exemplos de problemas que começaram com um conjunto de observações científicas. Em última instância, é o suporte científico destes problemas ambientais que os soergue acima de muitos outros problemas sociais que dependem mais de exigências de base moral (p. 103, *grifo nosso*).

Sem negar a realidade objetiva destas situações, o autor sustenta que a preocupação pública quanto ao meio ambiente não se dá de modo automático, ainda quando as condições do ambiente mostram-se deterioradas a olhos nus. Trata-se de um processo de reconhecimento da existência de um problema, após o que se cuida de comunicar tal preocupação.

Neste sentido, para o sociólogo, o papel da Ciência e, por conseguinte, da divulgação de suas investigações, nas últimas décadas, também tem sido o de influenciar na construção de uma percepção pública sobre a existência e a proporção de “crise” de determinados problemas do meio ambiente, contribuindo para geração do que ele denomina de *exigências ambientais*. Isto é, para o desencadeamento de processos sociais, políticos e culturais, através dos quais determinadas situações de destruição, degradação ou poluição foram definidas como inaceitavelmente arriscadas e, portanto, necessitadas de regulação e intervenção (HANNIGAN, 1995). Esse é um aspecto, aliás, que podemos perceber diante dos impactos da publicação do livro *Primavera Silenciosa* (CARSON, 1962) nos anos 1960.

Contudo, se por um lado, a Ciência pode ser compreendida como geradora de exigências ambientais (HANNIGAN, 1995), por outro, pode ser vislumbrada como geradora e/ ou dinamizadora de determinados problemas para o meio ambiente, em vista dos efeitos potencialmente danosos provenientes de seu desenvolvimento e de alguns avanços tecnológicos ligados a ela.

Embora a origem dos problemas ambientais, locais e globais, seja diversa e complexa, não podemos negar a influência ou a responsabilidade do desenvolvimento científico e tecnológico neste processo. Dizemos isto tendo em vista os *riscos*¹³ assumidos *a priori* na

¹³No âmbito da Sociologia Ambiental, Ulrich Beck discute o conceito de “Sociedade de Risco” (BECK, 1992), tomando os riscos ambientais e tecnológicos como fatores centrais para a compreensão da sociedade moderna. Para ele, o processo de industrialização é indissociável do processo de produção de riscos, uma vez que as principais consequências do desenvolvimento científico industrial é a exposição dos indivíduos a riscos e a inúmeras modalidades de

elaboração de produtos e processos potencialmente prejudiciais à natureza e à saúde humana, e aqueles incorporados *a posteriori* nos setores produtivos, agrícola e industrial, mediante a aplicação prática da Ciência e suas Tecnologias. Acerca destes riscos, Tiezzi (1988) afirma que:

A ciência e a tecnologia não podem progredir sem assumir alguns riscos. Mas as dimensões e a frequência dos eventuais erros também cresceram com o desenvolvimento da ciência e com a expansão da tecnologia. No passado, os riscos assumidos em nome do progresso tecnológico eram limitados no tempo e no espaço. Os riscos atuais são de longo prazo e de escala planetária. [...] **O gap entre a complexidade das tecnologias e o conhecimento de seus efeitos sobre a natureza está se alargando a olhos vistos. A superficialidade dos conhecimentos biológicos e globais dos tecnólogos é diretamente proporcional a seu nível de especialização e de cultura específica** (p 11, *grifo nosso*).

O desenvolvimento do DDT pode novamente ser citado como um exemplo da superficialidade dos conhecimentos biológicos e globais, neste caso, dos químicos, relativamente aos efeitos daquele agrotóxico sobre a natureza e a saúde humana. À época da descoberta de suas propriedades inseticidas contra vários tipos de artrópodes, em 1939, pelo químico suíço Paul Hermann Müller, os impactos ambientais de longo prazo não foram previstos ou sequer questionados sobre a possibilidade de ocorrerem. Conforme mencionamos anteriormente, tal situação foi denunciada somente vinte anos depois pelo trabalho da bióloga Rachel Carson (1962), quando o DDT já era produzido e comercializado, em larga escala, para ser utilizado na agricultura!

Ainda sobre as limitações dos conhecimentos especializados, Tiezzi (1988) conclui:

contaminação nunca observadas anteriormente, constituindo-se ameaças às pessoas e à natureza. Isto com a agravante de que os riscos gerados hoje não se limitam à população atual, dado que as gerações futuras também poderão ser afetadas e talvez de forma ainda mais dramática. “Na sociedade de risco, o reconhecimento da imprevisibilidade das ameaças provocadas pelo desenvolvimento técnico-industrial exige auto-reflexão sobre bases da coesão social e o exame das convenções e dos fundamentos predominantes da ‘racionalidade’” (BECK, 1997, p. 19 *apud* CORTES JR., 2008, p. 32-33).

Quanto mais nos especializamos, tanto menos ficamos em condições de prever os efeitos da tecnologia sobre a natureza. Não acho que se deva considerar como consumada a fragmentação das disciplinas científicas, mas que, pelo contrário, **é necessário recriar as condições para a recomposição da unidade da ciência (favorecendo as pesquisas interdisciplinares e o intercâmbio entre a cultura científica e a cultura humanística)**, para que ela possa cumprir o papel libertador em relação ao homem e possa **assumir a dimensão social que lhe cabe.** (p. 10, *grifo nosso*).

Para Leff (2001) foi essa racionalidade científica e instrumental, salientada por Tiezzi (1988, p. 91), “que produziu a modernidade como uma ordem coisificada e fragmentada, como formas de domínio e controle sobre o mundo”, inclusive, sobre a natureza. Outro aspecto que entendemos relacionado às interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A par destas implicações sociais e ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico, e ciente de que os conflitos ecológicos e a crise ambiental não podem ser resolvidos mediante uma administração científica da natureza, nos deteremos a seguir em alguns pontos envolvendo, especificamente, a relação da Química com o meio ambiente.

1.3.1 A Química e os problemas ambientais

A compreensão e o reconhecimento da Química como Ciência pode ser considerada como uma construção da sociedade moderna, uma vez que apenas no início do século XVIII foram desenvolvidas aquelas que são consideradas suas primeiras teorias científicas: o flogístico e a teoria da oxidação (VIDAL, 1986). Até então, os conhecimentos químicos baseavam-se somente em uma grande quantidade de fatos experimentais, ainda que buscassem compreender a constituição da matéria, suas transformações e propriedades.

Todavia, já no final do século XVIII os químicos se entregaram à resolução de uma série de problemas que vão desde a metalurgia à química alimentar, em uma sociedade ocidental industrial emergente. Conforme relata Vidal (1986, p. 50), neste período a Química “está em

plena mutação. Não só abandona as velhas concepções elementais, herdadas da Antiguidade, e que tinham sobrevivido ao espírito da Renascença, mas torna-se quantitativa e **prática**” (*grifo nosso*).

Estas colocações de Vidal (1986) sobre a aplicação prática da Química também encontram respaldo nas ideias de Leff (2001), o qual explora este aspecto de forma mais abrangente (sem se restringir a um campo científico em específico) e tendo em vista o contexto pós-Revolução Industrial:

As transformações produtivas a partir da Revolução Industrial até a atual cientifização da produção desencadearam um vasto potencial de aplicações práticas das ciências, gerando um processo de planejamento das atividades de pesquisa dentro das empresas, bem como dentro dos macroprojetos das grandes potências: de seus programas bélicos, de seus projetos espaciais. **A orientação das ciências para a produção levou a desenvolver técnicas e modelos de programação das atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico, abrindo um campo de estudos de prospecção científica e tecnológica orientada pela demanda de conhecimentos do processo econômico e para a resolução dos problemas que este gera.** Desta demanda social de conhecimentos surgiram novos desafios teóricos e novas necessidades de conhecimentos que resultaram num impulso de grande importância para a produção científica (pp. 69 - 70, *grifo nosso*).

De outra parte, conforme expõe ZUIN (2008), seguindo os apontamentos de outros autores (ANGOTTI, AUTH, 2001; CHASSOT, 2004), até o início da década de 70 do século passado,

a sociedade moderna ocidental [...] acreditava que mais ciência significava mais tecnologia e proporcionava maior riqueza e bem-estar, e **confiava na capacidade da comunidade científica em lidar com os riscos associados à pesquisa**, no desenvolvimento de uma miríade de sínteses que davam origem a várias novas substâncias produzidas em escala industrial (p. 2, *grifo nosso*).

Nessa lógica, boa parte da comunidade científica dos químicos desenvolveu uma série de produtos e processos a partir de uma *racionalidade* fortemente ligada à eficiência técnica e econômica (MARQUES *et. al.*, 2007) e pouco atenciosa quanto aos possíveis efeitos danosos e indesejados ao ambiente natural e aos seres humanos. Quanto a isto, afirma Vidal (1986) que:

No plano técnico, a Química permitiu ao homem submeter certos mecanismos da matéria ao seu uso. Isto melhorou a sua vida, mas tornou-se também dependente de um progresso frágil, porque necessitado de uma organização complexa da sociedade e porque pesa por vezes de forma não desejada sobre a própria natureza que o rodeia (*Idem, Ibidem*, pp. 100 - 101).

Por sua vez, os setores de produção industrial e agrícola, em muitos casos, igualmente ignoraram ou negligenciaram o volume, a natureza química e o destino final dos produtos e resíduos (geralmente tóxicos) gerados por e em seus processos. O lançamento *direto* de rejeitos industriais e agrícolas nos corpos d'água, na atmosfera e no solo constituiu-se numa prática recorrente das empresas químicas. Somente nas duas últimas décadas do século XX, o tratamento dos resíduos antes de seu lançamento no ambiente natural tornou-se uma preocupação permanente nas atividades produtivas, devido a determinações legais nacionais e internacionais, conforme discutimos no item anterior.

Tais aspectos ressaltam a necessidade de se compreender a Química como uma ciência construída histórica e socialmente; e, portanto, igualmente imbuída de valores, aspectos políticos e econômicos. De uma perspectiva “externalista” sobre as Ciências, suas teorias científicas podem ser compreendidas como co-produzidas pelo espírito humano e por uma realidade sociocultural (BORGES, 2007), na qual, atualmente, a problemática ambiental não pode ser negligenciada. É desta perspectiva que compreendemos o desenvolvimento da chamada Química Ambiental e da Química Verde/Sustentável, sem, contudo, negar a lógica ou os arranjos internos ligados à produção de conhecimentos empíricos, teorias e modelos da Química, relativos à estrutura da matéria, suas propriedades e transformações.

O “surgimento” da *Química Ambiental* e seu reconhecimento na comunidade internacional dos químicos, em meados de 1960-70, foi de salutar importância no desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias para o controle de dispersão e tratamento dos resíduos produzidos pelas

indústrias químicas (MOZETO, JARDIM, 2002). Entretanto, o saneamento de vários poluentes e áreas por eles contaminadas ainda se caracterizam como um desafio tanto pela inexistência de conhecimentos científico-tecnológicos envolvendo sua remoção do ambiente quanto pelas propriedades físico-químicas de persistência e bioacumulação dos poluentes, por exemplo.

Ademais, embora a Química Ambiental possa ser considerada como distinta da Química Clássica (MOZETO; JARDIM, 2002), os *riscos intrinsecamente associados* aos procedimentos e compostos químicos continuaram sendo tratados preponderantemente numa perspectiva de *controle*: no caso da saúde humana, através da limitação do tempo de exposição ao uso e manuseio dos produtos; e no caso da natureza, através dos cuidados com o tratamento e o depósito dos compostos químicos e de seus rejeitos (FIEDLER; ZUCCO; FARUK, 2005). Parece existir uma pressuposição de que todos os *riscos* são previstos e controláveis.

Embora a crise ambiental global se insira em um contexto mais amplo e complexo (ou talvez exatamente por esta razão), a partir de meados dos anos 1990 um novo campo de pesquisas e inovações, e uma nova proposta sobre a forma de atuação profissional, começou a ser constituída e difundida em instituições ligadas à área da Química (como universidades e centros de investigação) e órgãos de normatização: a chamada *Química Verde*.

Lançada, em 1991, pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*Environmental Protection Agency*), em colaboração com a Sociedade de Química daquele país (*American Chemical Society*)¹⁴, a Química Verde foi definida pelos seus principais proponentes, 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 tóxicas à natureza e à saúde humana” (ANASTAS; WARNER, 1998 *apud* ZUIN, 2008, p. 2). Neste sentido, norteando as pesquisas e as práticas em QV, estão os doze princípios fundamentais (ANASTAS; WARNER, 1998 *apud* ZUIN, 2008):

¹⁴-Tanto na literatura nacional quanto internacional até o momento pesquisada, o *nascimento* da Química Verde tem sido caracterizado pelo lançamento do programa “Rotas Sintéticas Alternativas para a Prevenção da Poluição” pela agência ambiental norte-americana (USEPA), em 1991. Este programa financiava projetos de pesquisa que incorporassem a variável “ambiental” no desenvolvimento de seus produtos e processos.

1) Prevenção – evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou “limpá-lo” após sua geração, para eliminar as suas propriedades tóxicas;

2) Economia atômica – os métodos sintéticos devem ser planejados de modo a maximizar a incorporação no produto final de todas as substâncias usadas ao longo do processo;

3) Sínteses com compostos de menor toxicidade – sempre que possível, os métodos sintéticos devem ser planejados de modo a usar e produzir substâncias não tóxicas (ou pouco tóxicas) para a saúde humana e a natureza;

4) Desenvolvimento de produtos seguros – os produtos químicos devem ser planejados a nível molecular de modo a cumprir as funções desejadas e a minimizar a sua toxicidade;

5) Diminuição de solventes e auxiliares – o uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes para promover separações, etc) deve ser evitado sempre que possível; quando usados, esses agentes devem ser inócuos;

6) Busca pela eficiência energética – 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, ou próximos destas;

7) Uso de fontes renováveis de matéria-prima – sempre que for técnica e economicamente praticável, devem-se usar matérias-primas e recursos renováveis de preferência a não renováveis;

8) Redução de derivativos – devem-se minimizar ou, se possível, evitar derivatizações (uso de grupos bloqueadores, de passos de proteção/desproteção, e de modificações temporárias na molécula para permitir processos físicos e químicos) porque tais etapas requerem reagentes adicionais e podem produzir resíduos;

9) Catalise – devem-se preferir reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) a reagentes estequiométricos;

10) Desenvolvimento de compostos para 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 – trata-se do uso de metodologias analíticas que permitam a monitorização direta dos processos de fabrico em tempo real e controle precoce da

formação de substâncias nocivas (o que ainda exige desenvolvimento futuro); e

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.

Tendo em vista os referidos princípios, é possível encontrarmos, na literatura científica, autores que a caracterizam como um novo campo de pesquisa e um novo modo de atuação profissional orientada para a redução e *prevenção* de danos ambientais advindos das atividades químicas (SANSEVERINO, 2000; 2002a; PRADO, 2003; MACHADO, 2004; FIEDLER; ZUCCO; FARUK, 2005; MELO; INÁCIO, 2007; ZUIN, 2008; CORREA, ZUIN, 2008). O primeiro, porque a QV requer a formação de variadas linhas e espaços de pesquisa, voltados ao desenvolvimento de novos conhecimentos e tecnologias, em todas as áreas da Química, que englobem e atendam ao princípio primeiro de prevenção de danos ambientais. E o segundo, porque envolve um novo *fazer* dos profissionais da área da Química, com ética e responsabilidade social, no que tange à exploração de matéria-prima, ao uso e geração de substâncias tóxicas e à produção de compostos inócuos destinados ao consumo humano, por exemplo. Todavia, além disso, na concepção de Silva, Lacerda e Jones Jr. (2005), a QV envolveria também uma mudança de postura epistemológica relativa ao desenvolvimento e construção da ciência Química, sendo concebida por estes pesquisadores como uma nova filosofia. Particularmente, não compreendemos tais perspectivas como excludentes; mas, no que tange à colocação de Silva, Lacerda e Jones Jr. (2005), preferimos não utilizá-la até que seja mais aprofundada.

Desde seu lançamento, algumas iniciativas caracterizam a propagação e, por conseguinte, o reconhecimento da Química Verde no cenário internacional, como exemplo, a formação do Consórcio Interuniversitário Química para o Ambiente (*Consorzio Interuniversitario Nazionale la Chimica per l'Ambiente* – INCA), na Itália, em 1993; a criação do Instituto de Química Verde (*Green Chemistry Institute*), nos EUA, em 1997; e a inauguração, em 2001, do Sub-Comitê Interdivisional de Química Verde da União Internacional de Química Pura e Aplicada (*International Union for Pure and Applied*

Chemistry – IUPAC¹⁵). A realização de uma série de eventos internacionais¹⁶ e de *workshop* nacionais promovidos pelas Sociedades Químicas de diferentes países, bem como a publicação de livros sobre o tema e o lançamento de periódicos especializados¹⁷, também apontam para uma crescente *difusão* e inserção científica da Química Verde no meio acadêmico, de pesquisa e de ensino, e nos setores produtivos (industrial e agrícola).

Vale esclarecer que empregamos o termo “difusão científica”, neste contexto, considerando o conceito de Bueno (1985), segundo o qual ela consiste em “todo e qualquer processo ou recurso utilizado para veiculação de informações científicas e tecnológicas” (BUENO, 1985, p.1421). Para o autor, a *disseminação* e a *divulgação científicas* constituem-se modalidades de *difusão*. Enquanto a *divulgação* trata-se da popularização de conhecimentos científicos para um público de não-especialistas, a *disseminação* diz respeito à difusão de conhecimentos que os cientistas fazem entre pares (especialistas da mesma área ou áreas conexas) ou extrapares (para especialistas de outras áreas e, ainda, universitários e pós-graduandos de forma geral).

No contexto da América Latina, destacamos o desenvolvimento do Projeto *Green Chemistry Sustainable Educacion and Environmental Development* (SEED), financiado pela IUPAC, cujo objetivo é de articular e agregar instituições e educadores de diferentes países latinos em torno à temática da Química Verde e Sustentabilidade Ambiental. Ademais, o SEED também pretende difundir na educação química superior e média os conceitos e práticas de prevenção dos problemas ambientais ligados às atividades químicas. Em 2012, como uma das atividades ligadas a este projeto, será realizada a 4th *Conference IUPAC on Green Chemistry*, em Foz do Iguaçu.

No Brasil, as ideias da Química Verde começaram a ser inseridas há menos de 10 anos nas universidades, nas indústrias químicas e no meio governamental. Sua difusão científica tem ocorrido, preponderantemente, por meio da publicação de alguns artigos na revista *Química Nova*, da SBQ, e da realização de encontros, palestras e minicursos destinados a estudantes universitários por alguns grupos de pesquisa que têm impulsionado a Química Verde no país. Como

¹⁵ <http://www.iupac.org/web/ins/303>.

¹⁶ Como por exemplo, o Workshop sobre Educação em *Green Chemistry*, em 2001; e a II Conferência Internacional em Química Verde/Sustentável, na Índia (2006), ambos os eventos organizados pela IUPAC.

¹⁷ *Journal of Cleaner Production* e *Green Chemistry Journal*, a exemplificar.

exemplo, mencionamos o grupo de Síntese Orgânica Limpa do Instituto de Química e Geociências da Universidade Federal de Pelotas (RS) que criou a WWVerde — uma página na internet com informações sobre a QV; e a realização da I Escola de Verão em Química Verde, em janeiro de 2007, pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP). Além disso, no final deste mesmo ano, também ocorreu o I Workshop Brasileiro sobre QV, em Fortaleza.

Investigando-se *abstract* e palavras-chave de todos os artigos publicados na revista Química Nova, entre os anos de 1997 a 2008, verificamos que **treze** deles fazem referência à Química Verde (*green chemistry*). Dentre estes, *sete* integravam a seção de Divulgação do periódico (DUPONT, 2000; SANSEVERINO, 2000; 2002b; LENARDÃO *et al.*, 2003; PRADO, 2003; SILVA; LACERDA; JONES Jr., 2005; FERREIRA *et al.*, 2007); e outros *dois*, a seção Educação: um dos artigos propondo a inserção do conceito de economia atômica num experimento para disciplinas de Química Orgânica de cursos de graduação (MERAT; SAN GIL, 2003); e o outro artigo levantando a possibilidade de inserção da perspectiva da Química Verde no Ensino Médio para a abordagem temática de questões ambientais no ensino de Química (MARQUES *et al.*, 2007).

Levando em conta este cenário, o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) — Organização Social supervisionada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia — desenvolveu em colaboração com representantes da comunidade científica e tecnológica nacional, inclusive empresas, um variado estudo dos principais temas/assuntos correlacionados com a QV, tendo como foco, a experiência brasileira neste âmbito. Este trabalho foi publicado em *Química Verde no Brasil: 2010 – 2030* (CGEE, 2010)¹⁸. Ademais, outro foco do estudo foi apontar para “as potencialidades da nossa biodiversidade e a estreita cooperação com a indústria nacional para compor uma proposta de desenvolvimento da Química Verde no Brasil” (p. 8), tendo como temas prioritários: as biorefinarias (pelas rotas termoquímica e bioquímica); a álcoolquímica; a oleoquímica; a sucroquímica; a fitoquímica; a conversão de CO₂; os bioprodutos, bioprocessos e biocombustíveis; e as energias alternativas. E como temas transversais: a catálise, a modelagem e o escalonamento de processos. Conforme expõe Lucia Carvalho Pinto de Melo (presidente do CGEE), na Apresentação do trabalho publicado:

¹⁸Disponível na forma impressa e para download, na forma digital, em: <www.cgее.org.br/publicacoes/quimica_verde.php>, acessado em janeiro de 2011.

A proposta assim colocada almeja integrar este esforço com alguns programas que vem sendo desenvolvidos de forma isolada e em desenvolvimento no país, **tendo em vista promover a Química Verde no país como uma estratégia de desenvolvimento sustentável nacional, tendo a pós-graduação nacional, notadamente as áreas da biologia, química e engenharia química, como o patamar deste salto científico e tecnológico** (CGEE, 2010, p. 9, *grifo nosso*).

Acreditamos que a difusão científica da Química Verde, em âmbitos nacional e internacional, tem contribuído e influenciado sobremaneira no processo de produção dos conhecimentos e conceitos químicos “verdes”; e, por conseguinte, na consolidação e extensão da Química Verde como um novo campo do saber¹⁹.

1.4 DISTINTAS COMPREENSÕES DE MEIO AMBIENTE E ALGUMAS DE SUAS IMPLICAÇÕES

A problemática ambiental tem sido discutida sob variadas perspectivas e enfoques, como apresentamos até então. De acordo com a literatura (BRÜGGER, 1994; REIGOTA, 1997; MORAES, LIMA JUNIOR, SCHABERLE, 2000; CRESPO, NOVAES, 2001; CARVALHO, 2008), a existência de diferentes explicações acerca das causas da crise ambiental, associada a diferentes princípios e valores “ambientais” e propostas para solução dos problemas locais, regionais e globais dessa designação podem estar ligadas, dentre outros fatores (como o ideológico), à própria existência de distintas compreensões de *meio ambiente*. O que entendemos por meio ambiente? E, por conseguinte: de que forma significamos o adjetivo *ambiental*? Por que a

¹⁹Como um *campo científico* em fase de formação e solidificação, nele ainda se constata confusões e incongruências, a começar pela própria denominação. Além de Química Verde, outros termos também são utilizados para sua identificação, dentre os quais, *química sustentável* ou *auto-sustentável*, *química* ou *síntese limpa*, *química ecologicamente correta* e, ainda, *química ambientalmente benigna*. A própria IUPAC – como instituição internacional de representação, regulamentação e normatização da ciência Química –, até o momento, não se manifestou sobre a questão, utilizando na última Conferência Internacional a expressão *Química Verde/Sustentável*.

alguns problemas atribuímos a característica de *ambiental* e a outros, não?

De acordo com Carvalho (2008), ao falarmos em meio ambiente muito frequentemente evocamos, ao mesmo tempo, as ideias de “natureza”, “vida biológica”, “vida selvagem”, “flora e fauna”. Isto é, nos referimos a ele restringindo-nos ao **meio natural**, o qual, por sua vez, geralmente entendemos como constituído pelos seguintes compartimentos ou “esferas”: a hidrosfera, a atmosfera, a geosfera ou litosfera e o “mundo” dos animais e vegetais. Uma concepção que, ainda segundo a autora, igualmente parece

ver a natureza como o mundo da ordem biológica, essencialmente boa, pacificada, equilibrada, estável em suas interações ecossistêmicas, o qual segue vivendo como autônomo e **independente da interação com o mundo cultural humano**. Quando essa interação é focada, a presença humana amiúde aparece como problemática e nefasta para a natureza (p. 35, *grifo* nosso).

O ser humano, portanto, não é tido como integrante do meio ambiente. Ele é um agente externo de intervenção apenas; pelo que haveria um mundo natural constituído em “oposição” ao mundo humano, conforme poderíamos representar pela Figura 2 abaixo:

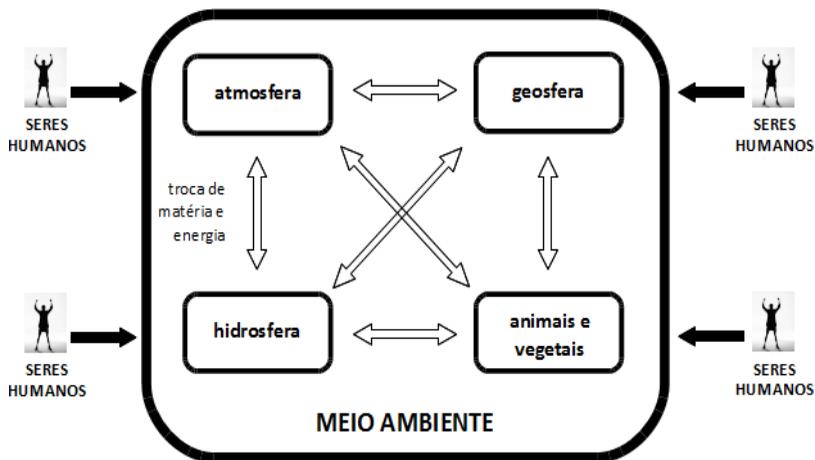


Figura 2. Esquema representativo de uma perspectiva *naturalista* de meio ambiente, a qual o divide em “esferas” do ambiente natural e “exterioriza” o ser humano e suas relações sociais. Figura adaptada de Bazito (2008).

Essa concepção, na qual se entende o meio ambiente como sinônimo de natureza, segundo Carvalho (2008), filia-se a uma visão que tem sido denominada de **naturalista**. Uma visão que, vale destacar, tem predominado entre a população brasileira, conforme podemos depreender dos resultados da pesquisa de opinião, *O que pensa o brasileiro do meio ambiente e do consumo sustentável* (CRESPO, NOVAES, 2001). Realizado em 2001, sob a coordenação da socióloga Samyra Crespo e do então secretário de Qualidade Ambiental do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o estudo buscou produzir um panorama geral sobre a “consciência ambiental” no Brasil, a partir da realização de duas mil entrevistas com pessoas acima de 16 anos de diferentes grupos sociais, residentes em áreas urbanas e rurais das cinco regiões geográficas. Dentre outros aspectos, a pesquisa revelou que grande parte da opinião pública nacional identifica meio ambiente como sinônimo de fauna e flora, dicotomizando-o das comunidades humanas:

Convidados a reagir indicando em um cartão com 14 elementos, aqueles que fazem parte do meio ambiente, mais da metade deixaram de incluir os seres humanos (homens e mulheres), os índios e as favelas, bem como as cidades” (CRESPO, NOVAES, 2001, p. 15).

Além disso, 67% dos entrevistados mostraram acreditar que os seres humanos não devem interferir na natureza, por a compreenderem como sagrada. Tais resultados denotam, por conseguinte, a predominância de uma concepção naturalista de meio ambiente entre um grupo representativo da população brasileira, cuja superação e transformação tem sido considerada fundamental para que o debate ambiental brasileiro possa renovar-se conceitual e politicamente (CRESPO, NOVAES, 2001).

Do ponto de vista de Moraes, Lima Junior e Schaberle (2000), num contexto de coletividade, a primeira etapa de todo processo decisório é a compreensão, uma vez que a tomada de decisão é condicionada pelo entendimento que se tem da questão. “Assim, as medidas a serem adotadas para o enfrentamento da problemática ambiental dependem essencialmente de como as questões ambientais são compreendidas” (*Idem, Ibidem*, p.84). Neste sentido, vemos que, mais que a redução do meio ambiente a apenas uma de suas dimensões, outra consequência de uma compreensão predominantemente naturalista reside no fato de que:

O caráter histórico e sempre dinâmico das relações humanas e da cultura com o meio ambiente está fora desse horizonte de compreensão, **o que impede, conseqüentemente, que se vislumbrem outras soluções para o problema ambiental** (CARVALHO, 2008, pp. 37 - 38, *grifo nosso*).

Ou seja, impede que se visualizem e sejam propostas soluções para além das orientações meramente conservacionistas, que se dedicam a proteger a natureza das interferências humanas, entendidas sempre como ameaçadoras à integridade daquela, por meio da criação de parques e/ou santuários ecológicos. Uma perspectiva de preservação ambiental que, aliás, conforme discutimos anteriormente, destacou-se sobremaneira até a primeira metade do século XX.

Além disso, outras implicações da concepção naturalista se referem à própria compreensão e caracterização de um problema como *ambiental*. Na medida em que, a partir de uma visão naturalista, o meio ambiente restringe-se aos elementos abióticos e à fauna e à flora, dificilmente problemas como a fome, a desordem na ocupação do espaço urbano, doenças advindas de condições de trabalho degradantes, dentre outros, são compreendidos dentro da problemática ambiental. Na verdade, são considerados como problemas dessa designação apenas as situações envolvendo as transformações físico-químicas e biológicas resultantes da degradação de ecossistemas, poluição (hídrica, atmosférica e dos solos) e esgotamento dos recursos naturais.

Todavia, para Carvalho (2008), esta é apenas uma das maneiras de se “entender as coisas”, pelo que a autora defende, então, a necessidade e a possibilidade das “lentes naturalistas” serem trocadas por uma visão denominada de *socioambiental*, a qual se orienta

por uma racionalidade complexa e interdisciplinar e [que] pensa o meio ambiente não como sinônimo de natureza intocada, mas como um campo de interações entre a cultura, a sociedade e a base física e biológica dos processos vitais, no qual todos os termos dessa relação se modificam dinâmica e mutuamente. **Tal perspectiva considera o meio ambiente como espaço relacional, em que a presença humana, longe de ser percebida como extemporânea, intrusa ou desagregadora (“câncer do planeta”), aparece como um agente que pertence à teia de**

relações da vida social, natural e cultural e interage com ela (*Idem, ibidem*, p. 37).

E isto não significa negar a base “natural” do meio ambiente, mas compreendê-lo por uma perspectiva mais abrangente e complexa.

A predominância da visão naturalista, envolvendo sobretudo professores das Ciências Naturais da Educação Básica, também tem sido apontada por algumas pesquisas no campo educacional, as quais, ademais, têm se preocupado em entender melhor as possíveis implicações das concepções de meio ambiente nas práticas pedagógicas referentes à temática ambiental (CAMPOS, 1997; REIGOTA, 1997; MORAES, LIMA JUNIOR, SCHABERLE, 2000; LEAL, 2002; MARQUES *et al.*, 2007; COELHO, 2005; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009). Nestes trabalhos, as ações educativas são tomadas como meio de enfrentamento das questões/problemas ambientais, estando, portanto, igualmente condicionadas às visões de meio ambiente envolvidas.

Dentre estas investigações mencionamos, inicialmente, o trabalho de Marcos Reigota (1997), o qual, caracterizando meio ambiente como uma representação social²⁰, identificou o predomínio da concepção naturalista em um grupo de vinte e três professores do interior do Paraná, constituído na sua maioria por docentes em Ciências e Biologia, atuantes nos níveis fundamental e médio de escolas públicas paranaenses. Conforme o pesquisador, grande parte dos investigados correlacionou meio ambiente ora ao “lugar onde os seres vivos habitam” ora aos “elementos circundantes” dos seres humanos, não citando estes e as comunidades em que vivem como elementos constitutivos:

²⁰A designação de meio ambiente como uma representação social, conferida por Reigota, encontra sua fundamentação teórica na obra de Serge Moscovici, *La psychanalyse, son image et son publique* (1976), o primeiro cientista social a utilizar tal conceito. Ao buscar uma definição em diferentes autores, dicionários e enciclopédias, Marcos Reigota (1997) observou a inexistência de um consenso na comunidade científica, em geral, sobre o que seria meio ambiente, considerando, por conseguinte, que o mesmo também ocorre fora dela. Em vista disso, pelo seu caráter difuso e variado, para o autor a noção de meio ambiente não pode ser tratada como um conceito científico, mas, sim, como uma *representação social*, a qual equivale a “um conjunto de princípios construídos interativamente e compartilhados por diferentes grupos que através dela compreendem e transformam sua realidade” (REIGOTA, 1997, p. 70). Pautado neste referencial teórico, Reigota, então, realizou a referida pesquisa, buscando estabelecer uma relação entre as representações sociais de meio ambiente manifestadas pelos investigados e suas práticas pedagógicas relacionadas à Educação Ambiental.

o homem é enquadrado como “a nota dissonante” do meio ambiente, ou seja, o componente depredador por excelência. Os elementos citados com maior incidência são os abióticos (água, ar, solo) e os bióticos, denominados genericamente de seres vivos (REIGOTA, 1997, p. 75).

E esta representação naturalista se fez “sentir” nas práticas pedagógicas relacionadas à Educação Ambiental desenvolvidas pelos professores entrevistados, os quais, de forma geral:

descrevem atividades que, embora apresentando variações de conteúdo e metodologia, se inserem dentro de um tipo de **educação ambiental preservacionista**. Os conteúdos abordados pela maioria se relacionam com a conservação vegetal, identificação de espécies de árvores, reflorestamento, etc. **Poucas práticas pedagógicas transcendem a preocupação naturalista** (*Idem, Ibidem*, p. 78, grifo nosso).

Apenas uma professora, segundo Reigota (1997), apresentou um posicionamento dispar, concebendo o meio ambiente de forma mais abrangente, “enquanto interação complexa de configurações sociais, biofísicas, políticas, filosóficas e culturais” (p. 76), e incluindo o ser humano como parte integrante deste. Esta compreensão foi caracterizada como uma representação social *globalizante*, de acordo com categoria definida pelo mesmo autor no trabalho *Les representations sociales de l'environnement et les pratiques pédagogiques quotidiennes des professeurs de sciences a São Paulo-Bresil* (1990). Tal categoria, em nosso entendimento, encontra aproximações com a concepção a que Carvalho (2008) chama de socioambiental, uma vez que ambas fazem menção aos seres humanos e às relações estabelecidas entre eles como parte integrante do meio ambiente, conforme poderíamos tentar representar por meio da Figura 3:

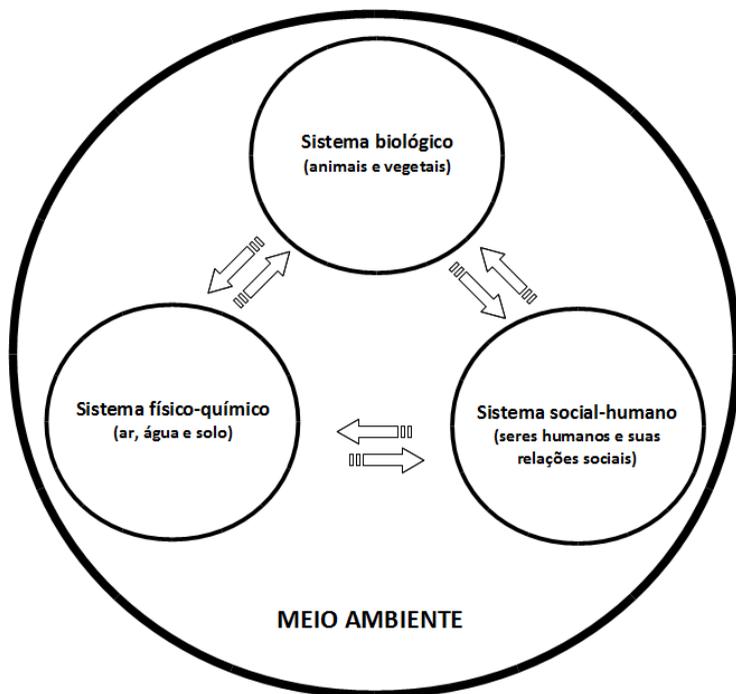


Figura 3. Esquema representativo de uma concepção *socioambiental* (CARVALHO, 2008) ou *representação social globalizante* (REIGOTA, 1997) de meio ambiente.

Neste caso, vemos que o meio ambiente é percebido como o lugar onde os elementos naturais (dos sistemas físico-químico e biológico) e sociais (do sistema social-humano) estão em relações dinâmicas e em interação, as quais implicam processos de criação cultural e tecnológica, assim como processos históricos e sociais de transformação do meio natural e construído (REIGOTA, 1997).

Em pesquisa com professores de Química do Ensino Médio da região metropolitana de Florianópolis, Marques e colaboradores (2007) investigaram as possíveis implicações pedagógicas derivadas das visões que estes profissionais têm sobre meio ambiente, recolhendo informações da prática docente e identificando possíveis dificuldades e possibilidades para a abordagem de temas e conteúdos relacionados às questões ambientais em suas aulas. Conforme depreenderam os autores, pela análise das entrevistas realizadas:

Nossos investigados caracterizaram os problemas ambientais, em geral, de forma reducionista e fortemente fragmentada, apontando muitas vezes as atividades químicas como responsáveis pelos problemas ambientais [...] Esta compreensão parece reforçar uma conotação pessimista à Química, negando suas evidentes contribuições sociais e científicas, inclusive para as questões ambientais. **Expressa também uma compreensão simplista sobre o que vem a ser um problema ambiental** (*Idem, Ibidem*, p. 2046, *grifo nosso*).

Estas compreensões tanto sobre os problemas ambientais quanto sobre a relação da Química com os mesmos, estaria relacionada, de acordo com os autores, com a maneira como os professores entrevistados caracterizam o meio ambiente, a qual se mostrou predominantemente naturalista e orientada pela racionalidade instrumental. Ou seja, o meio ambiente sendo “reduzido à dimensão 'natural', e a relação humanidade-natureza definida pela razão, predominando a dicotomia entre ser humano e meio ambiente” (MARQUES *et al.*, 2007, p. 2046).

Quanto à prática pedagógica dos docentes pesquisados, Marques e cols. observaram a supremacia do conteudismo em relação a um ensino significativo (pautado na abordagem contextualizada de temas, tais como as questões ambientais), na medida em que a maioria manifestou uma prática tradicional mascarada com o “ensino do cotidiano”. Mesmo trabalhando em uma região caracterizada pela degradação ambiental decorrente de atividades agrícolas e da expansão/exploração imobiliária, “a aproximação de um ensino baseado em uma abordagem temática e de um ensino com enfoque CTS sobre a problemática ambiental foi pouco expressivo entre os professores” (*Idem, Ibidem*, p. 2048). Na interpretação dos autores, a fragmentação no entendimento das causas e das possíveis soluções aos problemas ambientais, ligada com o predomínio da visão naturalista de meio ambiente, pode ser um dos aspectos que tem dificultado “ainda mais” a incorporação de temáticas ambientais pelos professores de Química, em particular, e de Ciências, em geral, nas atividades de sala de aula e na programação escolar.

Ao investigar e discutir a compreensão que professores de Química de Criciúma (SC) têm sobre os problemas ambientais derivados da mineração do carvão — principal atividade econômica do

município catarinense — e, diante desse contexto, qual a possibilidade para a abordagem temática nas aulas de Química, Coelho (2005; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009) também sinaliza a predominância de uma visão naturalista. Uma das questões da entrevista — realizada com seis professores atuantes na rede pública de Criciúma — solicitava se, além da chuva ácida, haveria outros problemas ambientais resultantes da mineração do carvão possíveis de se trabalhar no Ensino Médio. Dos entrevistados, quatro associaram problemas ambientais somente à poluição que atinge as águas, solos e ar, sem fazer menção explícita aos problemas ocasionados aos seres humanos, tais como a pneumoconiose e o alcoolismo — os quais, segundo a autora, igualmente integram o contexto da mineração. Para Coelho, Marques e Delizoicov (2009):

Uma das implicações desse modo de pensar é o comprometimento com a perspectiva que considera a defesa de um ensino de química contextualizado, e de um efetivo comprometimento com o enfrentamento de problemas críticos e de extrema relevância social, como o são os problemas ambientais que atingem a Região Carbonífera Catarinense. Nesse caso, o professor pode priorizar o debate dos problemas que atingem o meio exterior aos seres humanos em detrimento de outros problemas — não menos graves que aqueles (p. 9, *grifo nosso*).

Neste sentido, conforme conclui a educadora, a compreensão do adjetivo *ambiental* a partir de uma visão de meio ambiente que exclui o ser humano como parte integrante do mesmo pode estabelecer dificuldades ao se optar pela perspectiva freiriana de educação (FREIRE, 1997a) e, por conseguinte, para um ensino de Química com vistas à transformação social. Isso porque,

com preocupação centrada nos aspectos 'naturais', pode contribuir para manter oculta essa realidade [o contexto de contradições sociais de Criciúma] ao não considerar, por exemplo, aspectos políticos, econômicos, sociais e tecnológicos próprios do ser humano integrado nesse meio. Portanto, considera-se imprescindível uma reflexão acerca da concepção de meio ambiente para a “emersão”, no sentido da “conscientização” (FREIRE, 1980) do contexto proporcionado pelas

atividades de mineração do carvão (COELHO, 2005, p. 38).

Dos resultados e reflexões realizadas a partir das pesquisas acima mencionadas, podemos inferir, resumidamente, que dentre as possíveis implicações pedagógicas da predominância de visões naturalistas de meio ambiente entre educadores, três delas são: práticas pedagógicas em Educação Ambiental limitadas, ingênuas e conservacionistas (REIGOTA, 1997); trabalho com “temas” reduzido a aspectos “técnicos e instrumentais” (MARQUES *et al.*, 2007); e limitações à contextualização do ensino de Ciências pelo “ocultamento” de fatores políticos, culturais, sociais e econômicos que permeiam problemas ambientais da realidade vivenciada pelos alunos (MARQUES *et al.*, 2007; COELHO, 2005; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009).

Pela visão globalizante (REIGOTA, 1997) ou socioambiental (CARVALHO, 2008) de ambiente, por sua vez, o ser humano passa a integrar o meio. Suas relações sociais, econômicas, políticas e culturais, dentre outras, integram a problemática. E a solução para os desequilíbrios na exploração de recursos naturais, por exemplo, exige repensar e modificar aquelas relações.

Entendemos que a abordagem contextualizada de problemas ambientais no ensino de Química, portanto, requer essa compreensão mais abrangente de meio ambiente, na medida em que uma visão naturalista restringe os problemas ambientais à poluição do ar, do solo, da água e biosfera, excluindo a complexidade das causas relacionadas à problemática ambiental.

2 ABORDAGEM DE PROBLEMAS AMBIENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA: ALGUMAS TRAJETÓRIAS E PERSPECTIVAS

Para além dos movimentos sociais (como o ambientalista) e dos campos científico, político e econômico, as discussões e preocupações em torno à problemática ambiental também se refletiram no campo educacional, pelo que o surgimento da chamada *Educação Ambiental* (EA) talvez possa ser apontada como a “consequência” de maior expressão nesse contexto. Dizemos isso tendo em vista sua trajetória de constituição e legitimação, em âmbito nacional e internacional, como um espaço de pesquisa e de intervenção atrelado, inclusive, à elaboração de políticas públicas voltadas à mesma (TORRES, 2010). Com o objetivo, portanto, de apresentar alguns aspectos e dimensões dos caminhos de institucionalização da EA, expomos brevemente na primeira parte deste segundo capítulo um panorama histórico sobre sua emergência. Na sequência, caracterizamos a existência de diferentes perspectivas em que esta vem sendo praticada, de acordo com alguns autores e pesquisas da área (SORRENTINO, 1998; BRASIL, 2004; CARVALHO, 2008; LORENZETTI, 2008; TORRES, 2010). E, neste âmbito, destacamos o movimento — envolvendo sobretudo pesquisadores em EA — em busca de referenciais teórico-metodológicos para a superação da grande vertente de EA chamada de *Conservadora* ou *Convencional*. Uma vertente que tem predominado nas iniciativas e práticas educativas relacionadas à problemática ambiental, especialmente no contexto escolar brasileiro, e em relação à qual a EA, em uma perspectiva *Crítico-Transformadora*, pretende se contrapor. Desde já deixamos claro ser esta a vertente que assumimos como a nossa, na medida em que está associada às concepções *socioambiental* (CARVALHO, 2008) e *globalizante* (REIGOTA, 1997) de meio ambiente.

No curso das discussões deste capítulo, apresentamos ainda o resultado de algumas pesquisas referentes à articulação da EA com o ensino de Química.

Ademais, discorreremos sobre a pertinência e enfoques relativos à inserção da problemática ambiental dentro das propostas de contextualização do ensino, especificamente a abordagem de problemas ambientais enquanto *temas de ensino*, a partir de trabalhos na área da Educação Científica/Química. Neste âmbito, por isso, discutimos

igualmente alguns aspectos relevantes ligados à perspectiva do *ensino de Química para formação da cidadania* (SANTOS, SCHNETZLER, 2003), que vem sendo desenvolvida e defendida, nas últimas décadas, por alguns *educadores químicos* brasileiros com vistas à superação do modelo tradicional, ainda fortemente presente nas escolas do país.

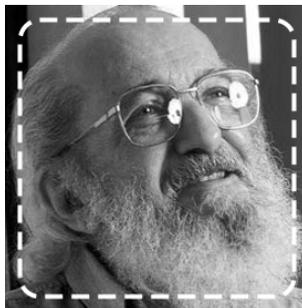
Numa terceira parte do capítulo apontamos para as discussões sobre a possibilidade de inserção, na Educação Básica, da perspectiva da Química Verde, ou seja, das ideias acerca da prevenção de problemas ambientais relacionados às atividades dos químicos (COSTA, RIBEIRO, MACHADO, 2008; SANCHES, ABREU, VEIGA, 2009; MARQUES, DREWS, 2010, *submetido*; MARQUES, 2010, *submetido*), assim como também discorreremos sobre as possíveis contribuições da Química Ambiental.

Nas últimas décadas, têm sido crescentes os esforços de pesquisadores e professores de Química para a implementação de mudanças nos processos de ensino-aprendizagem, envolvendo, sobretudo, aspectos relacionados ao currículo e à elaboração dos programas escolares, ao desenvolvimento de novas práticas didático-metodológicas e à elaboração de materiais didáticos para o Ensino Médio (SCHNETZLER, 2002; BEJARANO, CARVALHO, 2000). Nosso intuito, portanto, ao refletirmos sobre a abordagem de problemas ambientais no ensino de Química é contribuir, de modo mais abrangente, para o desenvolvimento de práticas didático-metodológicas pautadas em uma perspectiva Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS. Em síntese, nosso objetivo é contribuir para uma formação e uma atuação docente preocupadas com o processo formativo de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais presentes em contextos locais vivenciados por estes.

2.1 A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL E SEUS DESDOBRAMENTOS EDUCATIVOS: A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

“A educação que não se transformasse ao ritmo da realidade não “duraria”, porque não estaria sendo. Esta é a razão por que, “durando” na medida em que se transforma, a educação pode também ser força de transformação. Mas, para isto, é necessário que sua transformação seja resultado das transformações experimentadas na realidade a qual se aplica.”

(Paulo Freire in “Extensão ou comunicação?”, 2006, 13ª ed., p. 84)



Conforme apresentamos no primeiro capítulo, as diferentes dimensões da crise ambiental contemporânea envolvem diversas áreas do conhecimento, perpassando as discussões em relação às condições socioambientais, assim como os aspectos relacionados à qualidade de vida humana e os impactos antropogênicos sobre os recursos naturais. De tal sorte, para que ela possa ser enfrentada, compreende-se que a sociedade deve estar consciente de sua complexidade e gravidade, da participação individual e coletiva para promoção de ações voltadas à sustentabilidade ambiental, bem como da necessidade de mudanças na maneira de entender a interação entre a sociedade/cultura e a natureza. Neste sentido, por se tratar de uma questão cujos problemas não se configuram apenas como de ordem científico-tecnológica, a educação também tem sido apontada como um dos elementos necessários e importantes às almejadas transformações da realidade socioambiental. Isto é, como um instrumento que, segundo Torres (2010) pode:

reorientar as premissas do agir humano em sua relação com a natureza o que, necessariamente, envolve a construção de bases epistemológicas que promovam tal reorientação (GRÜN, 2001), bem como pode reorientar as relações dos seres humanos entre si e destes com os elementos que compõem o mundo em que vivemos (MORAES,

2004) ou ainda as relações *Homens-mundo* [grifo da autora](FREIRE, 1987) (p. 14).

Assim como os governos de diversos países têm criado nas últimas cinco décadas legislações e instituições para gerir o meio ambiente, e também a sociedade civil tem promovido diversas iniciativas de grupos e de associações ambientalistas, no campo educacional “temos assistido à formação de um consenso sobre a necessidade de problematização dessa questão [a ambiental] em todos os níveis de ensino” (CARVALHO, 2008, p. 24). E, historicamente, *Educação Ambiental* (EA) é o nome que se convencionou dar àquelas práticas educativas que tomam a problemática ambiental como foco, designando “uma qualidade especial que define uma classe de características que juntas, permitem o reconhecimento de sua identidade, diante de uma Educação que antes não era ambiental” (LAYRARGUES, 2004b, p. 7).

Essa relação entre educação e meio ambiente, todavia, não foi concebida *a priori* na esfera educativa propriamente dita. Mas parece ter surgido como preocupação dos movimentos ambientalistas como “uma prática de conscientização capaz de chamar a atenção para a finitude e a má distribuição no acesso aos recursos naturais e envolver os cidadãos em ações sociais ambientalmente apropriadas” (CARVALHO, 2008, p. 52). De acordo com a autora citada, somente num segundo momento é que a Educação Ambiental transformou-se em uma proposta educativa, no sentido de dialogar com as tradições, teorias e saberes do campo educacional propriamente dito.

De outra parte, segundo Layrargues (2004b):

O adjetivo ambiental designa uma classe de características que qualificam essa prática educativa, diante desta crise ambiental que ora o mundo vivencia. Entre essas características, está o **reconhecimento de que a Educação tradicionalmente tem sido não sustentável, tal qual os demais sistemas sociais, e que para permitir a transição societária rumo à sustentabilidade, precisa ser reformulado** (p. 7, *grifo nosso*).

Não se trata de mistificar a educação como “O” caminho para solução da problemática ambiental planetária. Até mesmo porque, como toda prática social, está claro que “ela guarda em si as possibilidades extremas de promover a liberdade ou a opressão, de transformar ou conservar a ordem social estabelecida” (LIMA, 1999, p. 136). Mas

reconhecê-la como um importante instrumento de possível transformação sociocultural que atua em conjunto com outros agentes e instituições sociais. Neste sentido, iniciamos esta parte do trabalho citando Paulo Freire (2006), pois entendemos o processo de desenvolvimento da relação entre educação e meio ambiente — no contexto de problematização da própria crise ambiental — como uma espécie de jogo dos contrários, permanência-mudança, que se dialetizam: a EA como um quefazer que *está sendo*.

2.1.1 Educação Ambiental: um breve relato histórico de sua trajetória

Herdeira direta, portanto, do debate ambientalista travado em meados dos anos 1960, o marco histórico oficial de institucionalização da denominada Educação Ambiental (EA) se situa, no plano internacional, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972 (CARVALHO, 2008, BRÜGGER, 1994, TORRES, 2010). É a partir de uma recomendação desta conferência que, em 1975, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) criaram o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA), caracterizando o início das discussões para a elaboração de políticas públicas voltadas à mesma.

Segundo Brügger (1994):

Embora já se vislumbrassem, antes disso, algumas tentativas de promover uma educação para o meio ambiente, a chamada educação ambiental surge oficialmente nesse contexto como uma das possíveis respostas para os chamados problemas ambientais. Assim como o Estado criou instituições para gerir o meio ambiente, as escolas, que também são instituições sociais, passaram por recomendação da ONU (Organização das Nações Unidas) a incorporar o adjetivo “ambiental”, sobretudo a partir da década de 1980 (pp. 33 - 34, *grifo nosso*).

Outros eventos e congressos internacionais sucedêneos àquele vieram, então, a marcar a trajetória de constituição e reconhecimento da EA, dentre os quais destacamos:

- a *Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental*, realizada em Tbilisi (1977), na qual buscou-se consolidar o PIEA a partir da definição de objetivos, características e estratégias para o desenvolvimento da EA em âmbito regional, nacional e internacional;

- o *Congresso Intergovernamental em Educação e Educação Ambiental*, de Moscou (1987), que avaliou as ações desenvolvidas ao longo dos dez anos que se seguiram a Tbilisi, além de ressaltar “a importância da formação de recursos humanos nas áreas formais e não-formais da EA e a inclusão da dimensão ambiental no currículos de todos os níveis de ensino” (TORRES, 2010, p. 25); e

- no Rio de Janeiro (1992), a *Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento*, que estendeu os debates para a perspectiva do desenvolvimento sustentável elaborando e firmando vários acordos neste sentido, e, por meio do *Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global*, reconheceu “a EA como um processo dinâmico em permanente construção, orientado por valores baseados na *transformação social* [grifo da autora]” (TORRES, 2010, p. 27).

Depois de reconstituir o movimento ambientalista mundial e analisar os documentos elaborados nas principais conferências internacionais sobre meio ambiente, Torres (2010) destaca que as orientações básicas dadas aos governos para o desenvolvimento da EA em cada país, em síntese, foram:

a criação de cursos superiores na área de meio ambiente e EA; a formação continuada de educadores na área; **o desenvolvimento de abordagens teórico-metodológicas para a inserção da EA no currículo escolar; a elaboração de recursos didático-pedagógicos para a formação de professores e para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem;** a criação de programas de EA interdisciplinares e a **incorporação da temática ambiental nas disciplinas;** a preparação de instrumentos de avaliação e a definição das atividades pedagógicas mais eficientes que devem ser desenvolvidas (p. 30, *grifo nosso*).

Para além da história oficial pautada principalmente nos eventos internacionais de Estocolmo (1972), Belgrado (1975), Tbilissi (1977),

Moscú (1987), Rio de Janeiro (1992)²¹, entre outros, os caminhos de constituição e legitimação da EA no Brasil, a partir da década de 1970, foram marcados por peculiaridades do movimento ambientalista nacional e do contexto político da época, ou seja, de ditadura militar (CARVALHO, 2008; REIGOTA, 2000; LORENZETTI, 2008; TORRES, 2010). Sobre este aspecto Carvalho (2008) aponta que:

No caso particular do Brasil, por exemplo, não se poderia pensar a questão ambiental sem também levar em conta as formas pelas quais foi sendo marcada por outros movimentos sociais, ao mesmo tempo em que os marcou. Nos anos 80 e 90 houve progressivo diálogo e aproximação, com mútua influência, entre as lutas ecológicas e os movimentos sociais urbanos, os movimentos populares de modo geral, **a ação política da educação popular**, da Igreja da libertação e das Comunidades Eclesiais de Base” (p. 50, *grifo nosso*).

Assim, a EA aparece pela primeira vez na legislação brasileira em 1973 com a criação da Secretaria Especial do Meio Ambiente (Sema). Para Torres (2010), “Este órgão, muito embora tenha construído as bases das leis ambientais e conquistado significativas normatizações, teve sua ação limitada pelos interesses políticos da época, no que se refere à EA” (p. 30), tendo em vista que o governo brasileiro ainda tentava responder às políticas desenvolvimentistas definidas no contexto internacional.

Com o reconhecido avanço da consciência ambiental nos anos 1980, a EA cresce e se torna mais conhecida no cenário nacional, pelo que podemos destacar algumas iniciativas na esfera governamental que contribuíram para sua institucionalização: **a)** a criação do Programa Nacional do Meio Ambiente, em 1981, que sinalizou a necessária inserção da EA nos contextos escolar e não-escolar; **b)** a aprovação do Parecer 226/87 do Conselho Federal de Educação que apontou para a inclusão da EA dentre os conteúdos a serem explorados nas propostas

²¹ Estocolmo: *I Conferência Internacional da ONU sobre o Ambiente Humano*; Belgrado: *Encontro internacional sobre EA*, mais conhecido como *Conferência de Belgrado*, promovida pela UNESCO; Tbilisi: *I Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental*, organizada pela UNESCO e com a colaboração do PNUMA; Moscú: *Congresso Internacional sobre Educação e Formação Ambiental*, também promovido pela UNESCO/PNUMA; e Rio de Janeiro: popularmente conhecida como *Rio-92* ou *Eco-92 - Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento*.

curriculares das escolas de 1º e 2º graus da época, numa abordagem *interdisciplinar*. Este Parecer, além do mais, oficializou a posição do governo federal frente aos debates das secretarias estaduais e municipais de educação; c) a promulgação da Constituição Federal de 1988, que incumbiu ao Poder Público a promoção da EA em todos os níveis de ensino, assim como a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. De tal sorte, evidenciou a preocupação com a formação de novas atitudes e posturas ambientais, individuais e coletivas (LORENZETTI, 2008; TORRES, 2010; CARVALHO, 2008).

Segundo Lorenzetti (2008), além disso, “na década de 1980 houve uma proliferação de associações ambientalistas e de outras formas de organizações civis, buscando a ampliação da EA nos tipos formal e não-formal” (p. 202). Enquanto que, por outro lado, de acordo com Torres (2010):

em termos de pesquisa e de ações educacionais que se efetivassem na prática, ficou explícito o clima de 'atraso' com relação aos acordos travados internacionalmente, uma vez que até o final da década de 1980 as escolas não haviam recebido recomendações oficiais para o desenvolvimento das premissas da EA no contexto escolar (p. 35).

Já a década de 1990, por sua vez, pode ser caracterizada como enraizadora da EA no país, seja em função das intervenções do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério da Educação (MEC) seja pelas ações oficiais de EA para efetivação das políticas públicas voltadas às questões ambientais, bem como pelos eventos acadêmicos e pela produção de pesquisas em programas de pós-graduação (TORRES, 2010). Dentre estas iniciativas consideramos importante destacar três delas referentes à esfera governamental, quais sejam: a criação do Programa Nacional de Educação Ambiental, em 1994; a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para a Educação Básica; e a aprovação da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), pela Lei 9.795/99.

Apontamos para a relevância dos PCN para a legitimação da EA no contexto escolar na medida em que estes propuseram a inclusão da mesma em todos os níveis e modalidades de ensino, integrando-a às disciplinas *de modo transversal*, contínuo e permanente. De outra parte, porém, não negligenciamos a carência, nestes documentos oficiais, de propostas teórico-metodológicas para viabilizar a efetiva implementação

da referida transversalidade temática nos currículos escolares, em que Meio Ambiente é um dos temas transversais.

Em vista dos avanços ocorridos nos anos 1990, de acordo com Torres (2010), “a primeira década do século/milênio atual foi palco de importantes eventos/episódios que surgiram como desdobramentos das iniciativas até então ocorridas, voltados ao desenvolvimento da EA no país” (p. 46). Dentre estes acontecimentos, citamos: o lançamento do Programa Parâmetros em Ação – Meio Ambiente na Escola (PAMA), uma política pública nacional de formação de professores de 5ª a 8ª séries do ensino fundamental em serviço, voltada à efetivação da transversalidade do tema Meio Ambiente no currículo; e a legitimação da EA como área de pesquisa a partir da conquista de novos espaços em importantes eventos acadêmicos de âmbito nacional, como o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e a Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (ANPED).

Através desta nossa breve descrição histórica dos eventos internacionais e ações no plano nacional relativas à EA, objetivamos realçar o reconhecimento mundial acerca da inserção da temática ambiental em processos educativos, principalmente no que tange ao consenso referido por Carvalho (2008) sobre a problematização da crise ambiental planetária nos diferentes níveis de ensino, dentre eles, o médio. Segundo Reigota (1994), embora possa ser realizada em vários lugares, a escola é apontada como um lugar privilegiado para a prática da Educação Ambiental. Todavia, nesta apresentação, não consideramos as diferentes perspectivas em que esta foi e ainda vem se desenvolvendo no contexto escolar, pautadas, sobretudo, em distintas concepções de educação, meio ambiente, sociedade e ciência (BRÜGGER, 1994; REIGOTA, 1997). Neste sentido, vale destacar a pergunta feita por Brügger (1994): “se antes a educação não era ambiental, o que mudou?” (p. 34). É sobre alguns destes aspectos, envoltos nas possíveis respostas à pergunta da referida autora, que discorreremos na sequência.

2.1.2 Perspectivas de Educação Ambiental: Conservadora e Crítico-Transformadora

Conforme evidencia a literatura, atualmente existem no Brasil diversas concepções de EA, desenvolvidas a partir de práticas, características, objetivos e pressupostos epistemológicos diferenciados:

Todos os profissionais da educação ambiental no Brasil sabem que existem várias interpretações sobre o que é educação ambiental, fazendo com que muitas e diferentes práticas educativas, realizadas em universidades, escolas, creches, movimentos sociais, sindicatos, empresas, associações de classe, meios de comunicação, organizações não-governamentais, secretarias de Estado etc... sejam identificadas como tal.

Essa diversidade, extremamente positiva, **presente tanto nos seus aspectos conceituais quanto metodológicos**, tem se tornado uma de suas principais características no nosso país (REIGOTA, 2000, p. 13, *grifo nosso*).

Concordando com a existência dessa diversidade, Carvalho (2008), entretanto, não atribui um caráter tão positivo à mesma, assim como o faz Reigota (2000), alertando-nos para o fato de que:

A expressão “Educação Ambiental” passou a ser usada como termo genérico para algo que se aproximaria de tudo o que pudesse ser acolhido sobre o guarda-chuva das 'boas práticas ambientais' ou ainda dos 'bons comportamentos ambientais'. Mas, mesmo assim, restaria saber: que critérios definiriam as tais boas práticas? Do ponto de vista de quem são boas? **Será que estamos interessados em formar comportamentos corretos ou atitudes ecológicas diante do mundo? Com base em que concepção de meio ambiente certas práticas sociais estariam sendo classificadas como ambientalmente adequadas ou inadequadas?** (p. 153, *grifo nosso*).

Diante da complexidade da crise ambiental planetária, entendemos que simplesmente formar “comportamentos corretos” em relação ao meio ambiente dificilmente conduzirão às almejadas transformações sociais e culturais necessárias para o enfrentamento da problemática, conforme expomos no primeiro capítulo. Logo, nosso olhar acerca da diversidade de perspectivas de EA é consonante ao de Carvalho; concordamos com a referida autora sobre a necessidade de uma interpretação crítica sobre estas. Além do mais, do ponto de vista das práticas químicas ligadas à exploração das propriedades dos

diferentes materiais e obtenção de determinados produtos químicos, almejar mudanças comportamentais dos sujeitos envolvidos é insuficiente para dotar-lhes de conhecimentos alternativos à alteração de suas práticas científicas. Aspectos que discutiremos ao longo deste trabalho.

Em vista disso, alguns autores²² têm buscado classificar e problematizar as diferenças que marcam a “arena” da Educação Ambiental, segundo várias categorias e a partir de determinados parâmetros, como visões ou representações sociais de meio ambiente, intencionalidades da EA, enfoques privilegiados, etc. Sorrentino (1998), por exemplo, ao analisar trabalhos sobre proposições de EA no Brasil categorizou-os de acordo com os fazeres educacionais voltados à questão ambiental, distinguindo quatro grandes correntes: **a) conservacionista**, organizada em torno da preocupação de preservar os recursos naturais intocados, protegendo a flora e a fauna do contato humano e da degradação; **b) educação ao ar livre**, associada à realização de “caminhadas ecológicas”, “trilhas de interpretação da natureza” e de esportes junto a ambientes naturais, pressupondo, conforme interpretação nossa, uma visão idílica e quase romântica da natureza; **c) gestão ambiental**, ligada às críticas ao sistema capitalista e ao caráter predatório de sua lógica. Esta corrente tem grande interesse político, reivindicando a participação da população na administração dos espaços públicos e nas definições do futuro das próximas gerações; e **d) economia ecológica**, na qual entra em cena as ideias de *sustentabilidade*. Para Sorrentino (1998), porém, essa vertente desdobra-se em outras duas: uma delas aglutina as concepções de adaptação do sistema vigente em busca do “desenvolvimento sustentável”; a outra, pautada nas ideias de “sociedades sustentáveis”²³, se opõe totalmente ao atual modelo de desenvolvimento e considera o “desenvolvimento sustentável” apenas como uma nova roupagem para a manutenção do *status quo*.

De outra parte, segundo Carvalho (2004), não somente as práticas nominadas sob o conceito genérico de “Educação Ambiental” podem ser categorizadas de diversas maneiras, como os próprios atores sociais (pesquisadores, professores, pedagogos, ativistas, associações,

²²Dentre eles, Sorrentino (1998), Sauv e (2002) e Gaudiano (2001 e 2002), todos citados por Carvalho (2004).

²³As ideias de “sociedades sustentáveis” pressupõem a construção de uma sociedade mais justa, igualitária e ecologicamente equilibrada, colocando-se o povo como autor e gestor do seu próprio projeto de modernidade (SORRENTINO, 1998).

organismos, etc.) têm atribuído atualmente novos e diferentes adjetivos às diversas maneiras de se conceber e de se praticar a ação educativa neste campo. Dentre as várias tipologias existentes hoje, a autora cita como exemplo: a educação ambiental popular, crítica, política, comunitária, formal, não-formal, conservacionista, para o desenvolvimento sustentável, socioambiental, ao ar livre, para solução de problemas dentre outras tantas.

Mas se o próprio “conceito” de EA já é, ele mesmo, efeito de uma adjetivação, ou seja, trata-se do atributo “ambiental” aplicado ao substantivo “educação”, assim como nós, Carvalho (2004) questiona:

por que tantos adjetivos? O que significa o fato de haver uma tipologia tão variada quando se fala em educação ambiental? O que isto sinaliza sobre o tipo de produção teórico-conceitual nesta área? Que projetos pedagógicos e concepções de mundo guarda cada um destes atributos? (p. 16).

Com o intuito de responder parte destas perguntas e de apresentar um painel com as *Identidades da Educação Ambiental Brasileira*, o MMA publicou em 2004 um livro (sob a mesma denominação) reunindo as principais correntes e apontando para as novas denominações: Alfabetização Ecológica, Ecopedagogia, Educação Ambiental Crítica, Transformadora ou Emancipatória, Educação no Processo de Gestão Ambiental (BRASIL, 2004). Os ensaios presentes na obra foram elaborados por educadores e pesquisadores que têm contribuído para o aprofundamento conceitual da EA no país, criando ou difundindo novas nomenclaturas para situar as especificidades que destacam as orientações pedagógicas seguidas. Sobre este aspecto Layrargues, coordenador do trabalho publicado pelo MMA, afirma na Apresentação do mesmo:

Re-nomear completamente o vocábulo composto pelo *substantivo Educação* e *adjetivo Ambiental* [grifo do autor] (como por exemplo, com a Ecopedagogia) ou designar uma outra qualidade nele, mesmo que para enfatizar uma característica já presente, embora ainda pouco expressiva entre os educadores ambientais (como por exemplo, a Educação Ambiental Crítica, que evidencia os vínculos existentes entre a Teoria Crítica e a Educação Ambiental), **pode significar dois movimentos simultâneos mas distintos: um refinamento conceitual fruto do**

amadurecimento teórico do campo, mas também o estabelecimento de fronteiras identitárias internas distinguindo e segmentando diversas vertentes (cujas fronteiras não necessariamente seja bem demarcadas), não mais exclusivamente externas ao campo da Educação que não é ambiental (BRASIL, 2004, p.8, grifo nosso).

Cientes da existência dessa pluralidade de “educações ambientais” cujas fronteiras nem sempre podem ser delineadas, interessa-nos destacar, entretanto, a intensificação, na última década, de um movimento em busca de embasamento teórico-metodológico para superação das iniciativas e práticas ligadas à grande vertente de EA denominada de *Conservadora* ou ainda *Convencional*. Perspectiva esta que, segundo alguns autores (TORRES, 2010; CARVALHO, 2008; LORENZETTI, 2008; GUIMARÃES, 2004; LOUREIRO, 2004, entre outros), *predominantemente* se instaurou no contexto nacional desde a origem do movimento ambientalista. E que, de acordo com Torres (2010), encontra relação com a predominância das representações sociais *naturalistas* de meio ambiente, conforme os trabalhos que apresentamos no primeiro capítulo (CAMPOS, 1997; REIGOTA, 1997; MORAES, LIMA JUNIOR, SCHABERLE, 2000; CRESPO, NOVAES, 2001; LEAL, 2002; MARQUES *et al.*, 2007; COELHO, 2005; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009).

Segundo Loureiro (2004), o predomínio da vertente Conservadora de EA, especialmente entre professores da Educação Básica, também pode ser compreendido tendo em vista que durante muito tempo:

a Educação Ambiental se inseriu nos setores governamentais e científicos, vinculados à conservação dos bens-naturais, com forte sentido **comportamentalista, tecnicista e voltada para o ensino da Ecologia e para a resolução de problemas** (p. 80, *grifo nosso*).

Ademais, os próprios eventos em torno à EA ocorridos na década de 1970 — alguns dos quais foram mencionados anteriormente — tinham sua atenção concentrada no manejo da fauna e flora silvestres, na conservação do solo, na poluição da água, na degradação da terra e desertificação e na visão dos seres humanos como principais agentes de destruição do meio ambiente. Brügger (1994) destaca que nessa época

poucos se aventuravam a destacar os aspectos sociais, políticos e éticos da crise ambiental; e isso ocorreu, segundo Carvalho (2008), porque a EA nasceu em um terreno marcado por uma tradição naturalista.

Acerca desta vertente de EA, expõe o educador Mauro Guimarães (2004):

acredito que vem se consolidando perante a sociedade [brasileira] uma perspectiva de educação ambiental que reflete uma compreensão e uma postura educacional e de mundo, subsidiada por um referencial paradigmático e compromissos ideológicos, que se manifestam hegemonicamente na constituição da sociedade atual. [...] Essa concepção de Educação, ao se colocar inapta de transformar uma realidade (a qual ela própria é um dos mecanismos de reprodução), conserva o movimento de constituição da realidade de acordo com os interesses dominantes – a lógica do capital. Devido a isso, venho denominando-a de Educação Ambiental Conservadora (pp. 25 – 26).

Guimarães (2004) assim denomina esta perspectiva de EA, na medida em que **não** a considera “epistemologicamente instrumentalizada, nem comprometida com o processo de transformações significativas da realidade socioambiental, presa que é aos seus próprios arcabouços ideológicos” (p. 26). De cunho naturalista, ainda segundo o autor, ela está alicerçada numa visão de mundo fragmentada, na qual a dicotomia entre natureza e cultura/sociedade é ressaltada. E, desta forma, a EA Conservadora também tende a privilegiar o modelo tradicional de ensino pautado na transmissão de conhecimentos/conteúdos, na disciplinaridade e na descontextualização.

É com vistas a superar esta grande vertente que muitos educadores e pesquisadores têm aprofundado os estudos em torno de uma outra perspectiva de EA, a qual tem sido denominada de *Crítica*, *Transformadora* ou ainda *Emancipatória*. Isso porque tem suas raízes nos ideais democráticos e emancipatórios do pensamento crítico aplicado à educação, em suas interfaces com a chamada teoria da complexidade (de Edgar Morin), visando um novo paradigma para uma nova sociedade (CARVALHO, 2004; LOUREIRO, 2004). Um dos pilares básicos, portanto, que referencia esta vertente de EA, encontra-se na *Teoria Crítica do Conhecimento*, cuja gênese está vinculada às reflexões e formulações dos representantes da Escola de Frankfurt, que se utilizaram da teoria e do método dialético elaborado por Karl Marx

(em diálogo com outros pensadores, como Weber, Hegel e Freud), tendo em vista a construção de uma visão integradora de ciência e filosofia e de uma atuação transformadora das relações sociais. Assim como se apoia nas correntes de pensamento que emergiram no campo da educação em decorrência do diálogo com as ideias frankfurtianas, quais sejam: no cenário internacional, a *Pedagogia Crítica* fortemente representada por Henri Giroux, e, no Brasil, a *Pedagogia Histórico-Crítica* (Dermeval Saviani, Marilena Chauí, José Carlos Libâneo, Carlos Jamil Cury, entre outros) e a *Pedagogia Libertária* (Paulo Freire, Moacir Gadotti, Miguel Arroyo, Vanilda Paiva, Carlos Brandão, entre outros) (TORRES, 2010; LOUREIRO, 2004).

Sobre este aspecto Carvalho (2004) também sinaliza:

No Brasil, estes ideais foram constitutivos da educação popular que rompe com uma visão de educação tecnicista, difusora e repassadora de conhecimentos, convocando a educação a assumir a mediação na construção social de conhecimentos implicados na vida dos sujeitos. [...] Inspirada nestas idéias-força que posicionam a educação imersa na vida, na história e nas questões urgentes de nosso tempo, a educação ambiental [crítico-transformadora] acrescenta uma especificidade: compreender as relações sociedade-natureza e intervir sobre os problemas e conflitos ambientais (p. 18).

De outra parte, para Guimarães (2004), re-significar e adjetivar a EA como “crítica” se faz necessário como uma maneira de destacar as ações educativas que se contrapõem à EA Conservadora. Isto é, “por compreender **ser necessário diferenciar uma ação educativa que seja capaz de contribuir com a transformação de uma realidade que, historicamente, se coloca em uma grave crise socioambiental**” (p. 25, *grifo nosso*). Portanto, é no âmbito da vertente Crítica ou Transformadora de EA que se situa o desafio de buscar abordagens teórico-metodológicas que garantam o desenvolvimento da EA como processo educativo permanente por meio de processos formativos, práticas curriculares e didático-pedagógicas transformadoras, tendo em vista a formação de cidadãos críticos que sejam atuantes no processo de transformação das sociedades às quais pertencem (TORRES, 2010).

Esse movimento em busca de embasamento teórico-metodológico, tendo em vista a superação da vertente *Conservadora* predominante, também foi identificado por Lorenzetti (2008), no âmbito

das pesquisas sobre o “estado da arte” em EA no Brasil. Utilizando categorias epistemológicas do referencial de Ludwick Fleck (FLECK, 1986), o autor sinaliza que, no nosso país, existe um *Coletivo de Pensamento*²⁴ de EA formado por pesquisadores (Círculo Esotérico) e por leigos formados/demais professores (Círculo Exotérico). Contudo, ao analisar um conjunto de dissertações e teses sobre EA escolar, defendidas em Programas de Pós-Graduação, na grande área de Ciências Humanas, no período de 1981 a 2003, Lorenzetti reconheceu a existência de dois *Estilos de Pensamento*²⁵: o *Ecológico* e o *Ambiental Crítico-Transformador*, conforme denominações empregadas pelo pesquisador.

Tais Estilos de Pensamento (EP) foram caracterizados por Lorenzetti (2008) com base nas diferenças encontradas em relação aos pressupostos teóricos adotados, à linguagem estilizada, à representação social de meio ambiente, à representação social de EA, às temáticas abordadas e às práticas pedagógicas realizadas. Segundo o autor:

O Estilo de Pensamento Ecológico é **predominante entre os professores que foram objetos de investigação dos autores das dissertações e teses analisadas**. Esses professores revelaram um conjunto de conhecimentos e práticas muito próximos da Ecologia, **com práticas pedagógicas relacionadas com a conservação e preservação da natureza, sem considerar a presença e a ação humana**. Esse Estilo de Pensamento apresenta-se em todos os períodos e focos temáticos analisados, demonstrando a necessidade de estabelecer a consciência da complicação nesse Estilo de Pensamento e a sua transformação (LORENZETTI, 2008, p. 381, *grifo nosso*).

Neste sentido, poderíamos igualmente situar os fazeres educativos desses professores como “pertencentes” à corrente Conservadora de EA, a que se refere Guimarães (2004), assim como poderíamos estabelecer uma relação direta com a predominância da concepção naturalista de meio ambiente. Um aspecto importante ligado

²⁴*Coletivo de Pensamento*: uma unidade social da comunidade de cientistas de um determinado campo que podem ter ou não o mesmo *Estilo de Pensamento* (FLECK, 1986).

²⁵*Estilo de Pensamento*: pressupostos comuns sobre os quais o Coletivo constrói seu suporte teórico (FLECK, 1986).

a este resultado da pesquisa de Lorenzetti (2008) é que, considerando o recorte por ele realizado, não houve evidências de manifestação do EP Ecológico junto ao Círculo Esotérico, destacando, a nosso ver, o movimento a que nos referimos anteriormente.

Por outro lado, o pesquisador também constatou que:

o Estilo de Pensamento Ambiental Crítico-Transformador é predominante entre os autores das dissertações e teses e entre um pequeno grupo de professores entrevistados. **Este EP compreende uma EA mais crítica, incorporando as questões ambientais, os aspectos sociais, econômicos e políticos que estabelecem relações de interdependência e inter-relações entre os seres vivos** (*Idem, Ibidem*, p. 381, *grifo nosso*).

Trata-se, portanto, de um EP que envolve uma visão mais ampla de meio ambiente: socioambiental (CARVALHO, 2008) ou globalizante (REIGOTA, 1997). E que podemos relacionar com as iniciativas e práticas voltadas ao desenvolvimento da EA, numa perspectiva Crítica, Transformadora ou Emancipatória.

Por fim, Lorenzetti (2008) constatou ainda a presença de representantes do Círculo Exotérico em processo de transição do EP Ecológico para o EP Ambiental Crítico-Transformador — o que sinalizaria para o fato de estar ocorrendo uma possível transição da representação naturalista de meio ambiente para a representação globalizante de meio ambiente entre os professores da Educação Básica.

Esse Estilo de Pensamento Ecológico (LORENZETTI, 2008) ou próprio da corrente Conservadora de EA (GUIMARÃES, 2004) também parece predominar nas práticas pedagógicas de professores de Química, uma vez que, de acordo com Santos *et. al* (2010a):

No ensino de Química, professores consideram que ela [a EA] é tratada no estudo de chuva ácida, aquecimento global e destruição da camada de ozônio. Nesses estudos, a questão ambiental é vista em termos de processos químicos, todavia, **percebe-se que muito pouca preocupação tem sido por parte da maioria dos professores de Química na busca de uma educação ambiental que esteja comprometida com a formação de atitudes e uma compreensão global de questões socioambientais** (p. 260, *grifo nosso*).

Aspecto este que entendemos ser igualmente corroborado pelos resultados das pesquisas de Marques e colaboradores (2007) e de Coelho (2005) no que tange às visões de meio ambiente de professores de Química e suas implicações pedagógicas, concorde apresentamos no capítulo anterior.

Assumindo a concepção socioambiental — como temos destacado desde o início — entendemos que a inserção e articulação da problemática ambiental no ensino de Química vai além de fornecer informações científicas aos sujeitos sobre questões de degradação ambiental, por exemplo, o efeito estufa. Defendemos que o conhecimento trabalhado deve propiciar igualmente a análise e a compreensão das relações entre os seres humanos e a natureza em sua complexidade. Neste sentido, destacamos que o entendimento de EA não pode se restringir à abordagem de aspectos biológicos e físico-químicos, ou ainda a ações que denotam mero ativismo ou “comportamentalismos”, pelo que nos posicionamos favoráveis à perspectiva Crítico-Transformadora.

Entretanto, a ausência de um referencial teórico-metodológico para subsidiar as práticas em EA é, ainda hoje, uma importante questão, considerando as dificuldades em se inserir os fundamentos da perspectiva Crítico-Transformadora nas práticas pedagógicas, sobretudo, dos professores da Educação Básica (MORADILLO; OKI, 2004). Quanto à inserção de “temas ambientais” no ensino de Química, existem algumas iniciativas, em âmbito nacional, que são dignas de nota, conforme discutiremos a seguir.

2.2 O ENSINO DE QUÍMICA ENVOLVENDO TEMÁTICAS AMBIENTAIS

Não temos dúvida em afirmar que a relevância social, cultural e política do ensino de determinados conhecimentos/conteúdos químicos (e de outras áreas das Ciências Naturais, de modo geral) se apresenta na possibilidade de propiciar aos alunos instrumentos para uma melhor compreensão do meio social e natural em que vivem, com vistas à sua transformação pelo exercício consciente de suas ações e do seu modo de vida, ou dito de outra forma, pelo exercício pleno de sua cidadania. E isso significa, inclusive, propiciar condições que contribuam para um melhor entendimento e enfrentamento dos problemas ambientais, locais

e globais, presentes nas sociedades contemporâneas. Neste sentido, concordamos com Sagan (1997), citado por Souza (2005), que:

As conseqüências do analfabetismo científico são muito mais perigosas em nossa época do que em qualquer outro período anterior. É perigoso e temerário que o cidadão médio continue a ignorar o aquecimento global, por exemplo, ou a diminuição da camada de ozônio, a poluição do ar, o lixo tóxico e radioativo, a chuva ácida, a erosão da camada superior do solo, o desflorestamento tropical, o crescimento exponencial da população (Sagan, 1997 *apud* Souza, 2005, p. 20).

Embora tenhamos clareza de que as situações de degradação ambiental, como as mencionadas pelo referido autor, exigem a articulação e interação de saberes e conhecimentos de diferentes áreas para sua compreensão (de modo crítico e numa visão socioambiental), não podemos negligenciar ou até mesmo negar o papel dos conhecimentos científicos/químicos para tanto. Assim como também precisamos considerar seus limites, como por exemplo, os ligados à sua não-neutralidade.

A cidadania a que nos referimos anteriormente, portanto, não se trata daquela que, segundo Lima (2004), vem sendo veiculada pelos discursos ecológicos oficiais: a cidadania formal, bem comportada e disciplinada, oriunda de uma concepção liberal de sociedade que preconiza a prevalência dos interesses privados e individuais sobre os públicos e coletivos. Ou ainda, uma noção de cidadania que, no contexto do capitalismo, ora é utilizada como meio de ocultar as desigualdades sociais e de legitimar sua manutenção, ora é empregada como uma conquista associada ao consumo (LIMA, 2004).

A cidadania que evocamos neste trabalho é aquela que implica numa participação genuína dos atores sociais buscando-se alterar os padrões de distribuição de poder, riqueza, conhecimento, informação, *exploração e degradação da natureza, e acesso aos recursos tecnológicos e naturais*. Uma cidadania que, desta forma, se faz por intermédio da cooperação e do conflito. Neste sentido, concordamos com Ferreira (1993 *apud* Coelho, 2005, p. 17) que:

não se trata de formar cidadãos que pensem resolver sozinhos seus problemas [como os ambientais], mas pessoas que percebam o quanto precisam caminhar junto com outras, aprender a

negociar seus conflitos, ganhar e seduzir seus companheiros para projetos que atendam aos anseios coletivos [...] precisamos desenvolver nos nossos jovens a sabedoria para distinguir o que lhes é radicalmente necessário e aquilo que lhes é imposto. Muito do que a sociedade moderna foi capaz de tornar possível é indesejável. [...] podemos dizer que a educação para a cidadania passa por ajudar o aluno a não ter medo do poder do Estado, [...], e finalmente a não ambicionar o poder como forma de subordinar seus semelhantes. Esta pode ser a cidadania crítica que almejamos.

Não se trata, portanto, também de formar cidadãos para quem o que importa é poder usufruir individualmente dos resultados das conquistas da ciência, da técnica e da tecnologia, e deixar sob a salvaguarda dos especialistas (dentre eles, cientistas e tecnólogos) a resolução dos conflitos socioambientais advindos daquelas conquistas. Ou ainda, para quem a solução dos problemas ambientais, locais e globais, pode se dar simplesmente em decorrência de mudanças comportamentais, como por exemplo, de manejo do lixo.

Ademais, igualmente podemos justificar o ensino de Química na educação escolar, tendo em vista a perspectiva de que os empreendimentos de todas as Ciências e suas tecnologias são parte constitutiva da *cultura elaborada*, pelo que todas as pessoas devem receber uma formação mínima em Ciências Naturais/Química para sua formação cultural. Acerca deste aspecto, esclarecem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002):

o processo de produção do conhecimento que caracteriza a ciência e a tecnologia constitui uma atividade humana, sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas, com processos e resultados ainda pouco acessíveis à maioria das pessoas escolarizadas, e por isso passíveis de uso e compreensão acríticos ou ingênuos; ou seja, **é um processo de produção que precisa, por essa maioria, ser apropriado e entendido** (p. 34, *grifo nosso*).

Todavia, infelizmente nem a formação da cidadania (no sentido que expusemos) e nem a formação cultural parecem ser os significados atribuídos ao ensino de Química que ainda está fortemente presente nas

escolas brasileiras, conforme apontado por pesquisadores da área (SANTOS, SCHNETZLER, 1996, 2003; CHASSOT, 1990, 1995; SCHNETZLER, ARAGÃO, 1995).

São frequentes nas aulas de Química da Educação Básica atividades envolvendo, por exemplo, a mera memorização de “regrinhas”, fórmulas e nomenclaturas de compostos químicos, e a realização de experimentos para a “verificação” das teorias científicas. Isso porque, conforme observam Schnetzler e Aragão (1995), o ensino desta ciência continua ainda hoje orientado por:

Uma prática de ensino encaminhada quase exclusivamente **para a retenção, por parte do aluno, de enormes quantidades de informações passivas, com o propósito de que essas sejam memorizadas, evocadas e devolvidas** nos mesmos termos em que foram apresentadas – na hora dos exames, através de provas, testes, exercícios mecânicos repetitivos (p. 27, *grifo nosso*).

Seu papel, portanto, restringe-se à transmissão de “conhecimentos” a serem retidos pelos alunos e, posteriormente, reproduzidos em provas escolares ou, quando muito, utilizados na resolução de questões dos tradicionais vestibulares. Quanto a este último aspecto, de acordo com Chassot (1990), não é raro encontrarmos professores que justificam o ensinar da Química no nível médio em função dos exames de admissão para o Ensino Superior, nos quais são “cobrados” conteúdos/conceitos químicos e para os quais os educandos precisariam ser preparados.

Além do mais, complementando este quadro, vislumbramos ainda a permanência e a predominância de programas de ensino de Química fragmentados, rígidos e ultracarregados de conceitos, elaborados a partir do índice de livros didáticos, bem como abordados de forma completamente desconectada da realidade vivenciada pelos educandos. Um exemplo da existência e prevalência deste ensino livresco e conteudista pode ser referenciado nos resultados da pesquisa realizada por Damasceno, Wartha e Brito (2008), envolvendo registros existentes em cinco escolas da região sul da Bahia. Com o objetivo de “identificar o que realmente era ensinado” nessas instituições, os autores coletaram e analisaram, dentre outros documentos, os planos de aula e os diários de classe dos professores de Química, concluindo que:

No lugar de recurso, como apoio, o livro didático acaba por nortear todo trabalho docente e

discente. Os currículos escolares são, em muitos casos, reféns das coleções didáticas. **Currículos lineares e fragmentados, planejamentos baseados nos índices e manuais do professor, atividades rigidamente disciplinares e mecânicas**, são algumas observações que podemos identificar a partir dos registros nos diários de classe (*Idem, Ibidem*, p. 8, *grifo nosso*).

De acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), práticas pedagógicas como as acima relatadas, calcadas, sobretudo, no pressuposto de que a apropriação de conhecimentos ocorre pela transmissão mecânica de informações:

só reforçam o **distanciamento do uso dos modelos e teorias para a compreensão dos fenômenos naturais e daqueles oriundos das transformações humanas**, além de caracterizar a ciência como um produto acabado e inquestionável: um trabalho didático-pedagógico que favorece a indesejável *ciência morta* (p. 32, *grifo nosso*).

E, assim, sustentam a caracterização do ensino de Química mais frequentemente praticado pelos docentes de Ensino Médio do Brasil como “inútil” ou, melhor dizendo, útil apenas para a dominação e manutenção do *status quo*, de acordo com o educador químico, Attico Chassot (1990). Trata-se de um ensino que não apenas desconsidera o potencial explicativo e transformador dos conhecimentos científicos/químicos no que tange às situações vivenciadas pela sociedade, tais como os problemas ambientais, como também ignora, dentre outros aspectos, as implicações sociais e ambientais da Química e suas aplicações industriais e tecnológicas. Acerca deste aspecto, Santos e Schetzler (2003), destacam que:

Com o avanço tecnológico da sociedade, há tempos existe uma dependência muito grande com relação à química. Essa dependência vai, desde a utilização diária de produtos químicos, até às inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, **nos problemas gerais referentes à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas** e nas decisões solicitadas aos indivíduos quanto ao emprego de tais tecnologias (p. 47, *grifo nosso*).

Em vista disso, atualmente se exige do cidadão comum um mínimo de conhecimento científico/químico para poder participar da sociedade tecnológica contemporânea, na qual, vale frisar, tem tomado relevância a problemática ambiental. Assim, conforme Ciscato e Beltran (1991, p.7, *apud* SANTOS, SCHNETZLER, 2003, p. 53):

Ter noções básicas de química instrumentaliza o cidadão para que ele possa saber exigir os benefícios da aplicação do conhecimento químico **para toda a sociedade**. Dispor de rudimentos dessa matéria **ajuda o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas da vida moderna, como poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias-primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos e agrotóxicos, fabricação de explosivos, fabricação e uso de medicamentos, importação de tecnologia e muitos outros** (*grifo nosso*).

Neste sentido, nas últimas décadas muitos educadores químicos²⁶ do país tem defendido *a formação para o exercício da cidadania* como função social do ensino de Química, o que estaria se configurando, aliás, segundo seus principais defensores, como um novo paradigma educacional (SANTOS, SCHNETZLER, 2003). Um “modelo” que poderia contribuir, de acordo com Santos e Schnetzler (2003), para a construção de uma sociedade democrática, formada por cidadãos conscientes e comprometidos com a própria transformação dessa sociedade, inclusive, no que tange aos problemas ambientais. Mas, para isso ser possível, os autores enfatizam que:

Precisamos eliminar, portanto, a concepção ingênua de que estaremos educando cidadãos, ao ensinar química. Não basta ensinar conceitos químicos para que formemos cidadãos, pois a questão da cidadania é muito mais ampla, englobando aspectos da estrutura e do modelo de

²⁶Segundo Santos e Schnetzler (2003), desde a década de 1950, projetos visando a melhoria do ensino de Ciências, em geral, e de Química, em particular, vêm sendo desenvolvidos no Brasil, resultando na formação de uma comunidade acadêmica caracterizada pelos autores como *educadores químicos*. Tal comunidade tem exercido um papel importante no processo de renovação do ensino de Química, evidenciada nos últimos anos por meio de artigos específicos, elaboração de projetos curriculares inovadores, formação de Núcleos de Pós-Graduação e a Realização de Encontros Nacionais e Regionais de Ensino de Química.

organização social, política e econômica (*Idem, Ibidem*, p.36).

A amplitude a que se referem deve-se ao fato de que, para Santos e Schnetzler (2003), a conceituação de cidadania reúne basicamente três elementos: *participação* (no sentido de autopromoção, conquistada pelo indivíduo e ligada à sua relação com a comunidade), *direitos e deveres*, pelo que poderia estar diretamente vinculada ao conceito de democracia. Neste sentido, afirmam eles:

Do caráter universal do conceito de cidadania e de democracia, correlacionam-se alguns princípios básicos para a educação. [...] pode-se afirmar que **educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres**. Isso quer dizer que educar para a cidadania é educar para a democracia (SANTOS, SCHNETZLER, 2003, p. 29, *grifo nosso*).

Porém, tendo em vista o exposto anteriormente sobre a noção de cidadania a qual nos filiamos (FERREIRA, 1993 *apud* Coelho, 2005), interpretamos esta colocação com certas ressalvas. Primeiramente, no que tange à universalidade destacada por Santos e Schnetzler (2003), uma vez que esta ideia encerra certa ironia histórica: o reconhecimento das diferenças, sem equidade (SOARES, 1998). E, em segundo lugar, levantamos objeções à concepção de que a participação dos cidadãos na sociedade se dá por meio da garantia de seus direitos e compromisso de seus deveres. Tal colocação nos soa como uma afirmação da cidadania tutelada e que preconiza a prevalência dos interesses privados e individuais sobre os públicos, coletivos e relativos às gerações futuras. Assim como nos remete a um “mascaramento” da existência de desigualdades socioambientais, cuja superação envolve, sobretudo, *conflito* e cooperação (na conquista de direitos não reconhecidos).

De outra parte, gostaríamos de destacar que essa relação entre o ensino de Química e a formação da cidadania está vinculada igualmente aos fins de toda Educação Básica, conforme as determinações legais instituídas em nosso país. Tanto a Constituição Federal de 1988 (CF) quanto a atual legislação de ensino, em especial a Lei de Diretrizes e Bases (Lei n. 9394/96)(LDB), dispõe que a função social geral da Educação Básica nacional é assegurar uma *formação para o exercício da cidadania*. Ademais, na medida em que esta compreende a Educação

Infantil, e o Ensino Fundamental e Médio²⁷, isto significa igualmente evidenciar o caráter formativo deste último, que não pode se restringir à preparação para o Ensino Superior e nem à formação profissionalizante, ou seja, à formação de especialistas ou “jovens cientistas”, no caso das Ciências Naturais.

Tendo como objetivo geral caracterizar o ensino de Química para a cidadania, Santos (1992) realizou, no âmbito de sua pesquisa de mestrado²⁸, entrevistas com doze educadores químicos reconhecidos nacionalmente, buscando analisar como estes entendem e configuram os principais elementos curriculares de propostas para a implementação do referido ensino. Neste trabalho, o autor constatou que, para a maioria dos entrevistados, o objetivo básico do ensino de Química para o cidadão deve ser o desenvolvimento da capacidade de participar e tomar decisões criticamente, ou seja, tomar decisões fundamentadas em informações e com consciência de suas consequências. Acerca destas informações, esclarecem Santos e Schnetzler (2003):

Considerando que a cidadania se refere à participação dos indivíduos na sociedade, torna-se evidente que, **para o cidadão efetivar a sua participação comunitária, é necessário que ele disponha de informações. Tais informações são aquelas que estão diretamente vinculadas aos problemas sociais que afetam o cidadão, os quais exigem um posicionamento quanto ao encaminhamento de suas soluções.** [...] O conhecimento químico se enquadra nessas condições (p. 47, *grifo nosso*).

Isso implica, segundo posicionamento unânime dos educadores químicos entrevistados por Santos (1992), a necessidade de um ensino contextualizado, no qual o foco não pode ser o conhecimento químico, mas o preparo para o exercício consciente da cidadania, adquirindo papel fundamental para tanto a inclusão de *temas químicos sociais* no currículo escolar. Esses temas, escolhidos pelo professor, seriam

²⁷ A Educação Infantil compreende creches e pré-escola, enquanto que o Ensino Fundamental e Médio correspondem, respectivamente, aos antigos 1º e 2º graus.

²⁸ Esta dissertação de mestrado, intitulada “O Ensino de Química para formar o cidadão: principais características e condições para a sua implantação na escola secundária brasileira” (1992), elaborada por Wildson Luiz Pereira dos Santos, sob a orientação da Profª Draª Roseli Pacheco Schnetzler, foi adaptada e publicada na forma de livro, “Educação em Química: compromisso com a cidadania”, em 1997 (1ª edição). As citações que fazemos de Santos e Schnetzler (2003) são referentes à terceira edição da obra.

referentes a assuntos relacionados ao conhecimento químico e que afetam diretamente a sociedade, a exemplo de alguns problemas ambientais, como poluição atmosférica e intoxicação por agrotóxicos, exigindo outrossim dos alunos um posicionamento crítico quanto à sua solução (SANTOS, SCHNETZLER, 1996).

Quanto à abordagem desses temas químicos sociais, alguns entrevistados destacaram que esta não pode ser “no sentido apenas da curiosidade, da informação jornalística, da discussão ideológica, da mera citação descontextualizada da aplicação tecnológica de determinados princípios ou, ainda, da simples compreensão dos conceitos químicos relativos ao tema” (SANTOS SCHNETZLER, 1996, p. 30). É necessário, portanto, que se amplie para uma abordagem crítica acerca das implicações sociais dos conhecimentos químicos. Neste sentido, segundo os mesmos autores:

[...] percebe-se que **o ensino de química para o cidadão precisa ser centrado na inter-relação de dois componentes básicos: a *informação química* e o *contexto social*, pois, para o cidadão participar da sociedade, ele precisa não só compreender a química, mas a sociedade em que está inserido.** É da inter-relação entre esses dois aspectos que se vai propiciar ao indivíduo condições para o desenvolvimento da capacidade de participação, que lhe confere o caráter de cidadão (SANTOS, SCHNETZLER, 2003, pp. 94-95, *grifo nosso*).

Esta perspectiva de ensino mais relacional, ou seja, no sentido de articular o conhecimento científico a aspectos que envolvam o contexto social vivenciado pelos alunos, por meio da abordagem de “temas” e para a formação da cidadania, também foi apontada pela reforma curricular nacional do Ensino Médio. Com vistas a proporcionar uma formação não somente científica, mas com valores humanos e éticos principalmente, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)(BRASIL, 1999), publicados pelo governo federal ao final dos anos 1990, estabeleceram que o ensino de Química deve possibilitar “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, 1999, p. 31, *grifo nosso*). E, no mais, que o ensino desta ciência deve propiciar aos alunos reconhecerem e compreenderem, de forma integrada e significativa, as transformações

químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com o sistema produtivo, industrial e agrícola.

Para concretude destes objetivos, as Orientações Educacionais Complementares aos PCN (PCN+)(BRASIL, 2002) apresentaram, por sua vez, uma proposta de organização dos conteúdos disciplinares de Química a partir de nove “temas estruturadores”. E, dos temas sugeridos, observamos que sete englobam em suas unidades temáticas aspectos da relação da Química com o meio ambiente, como por exemplo, perturbações na hidrosfera e atmosfera produzidas por ação humana.

É no âmbito, pois, destas propostas do *Ensino Médio de Química para formação da cidadania* (SANTOS, SCHNETZLER, 2003; BRASIL, 1999; 2002) que vislumbramos a existência de **uma** das perspectivas teórico-metodológicas por meio da qual tem se buscado inserir a problemática ambiental no currículo e nas práticas pedagógicas desta disciplina escolar, qual seja, através da abordagem de “temas químicos sociais” ou simplesmente “temas sociais”. Temas estes relativos sobretudo às inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas implicações ambientais.

Os documentos curriculares oficiais referentes às *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias* (BRASIL, 1999; 2002), em diversos momentos, salientam a necessidade do currículo desta área abordar, de modo *interdisciplinar e contextualizado, as implicações ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico*, “para a compreensão da problemática ambiental e para o desenvolvimento de uma visão articulada do ser humano em seu meio natural, como construtor e transformador deste meio” (BRASIL, 1999, p. 9). Ademais, na pesquisa que Santos (1992; SANTOS, SCHNETZLER, 1996) realizou com os doze educadores químicos selecionados, o tema mais sugerido pelos entrevistados (83%), de acordo com o autor, foi o da “Química Ambiental”. Embora não concordemos quanto à caracterização desta como um “tema” de ensino — uma vez que a entendemos senão como uma área da Química —, interpretamos este aspecto como uma evidência da relevância que a comunidade de educadores em Química também pretende dar à inserção de temáticas envolvendo o meio ambiente no ensino escolar desta ciência. E, neste mesmo sentido, Machado e colaboradores (2007) afirmam:

No ensino de Química, ainda não existe uma tradição da pesquisa em EA. [...] Apesar de incipientes pesquisas de EA no ensino de

Química, **sabe-se que essa temática vem sendo focada pela comunidade de educadores em Química.** Por exemplo, na Revista Química Nova na Escola foram encontrados vários artigos que apresentam **propostas didáticas** de EA no ensino de Química, **incluindo temas**, experimentos, softwares etc., além de vários artigos que tratam de tópicos de Química ambiental relevantes para serem trabalhados em sala de aula, como os publicados em dois cadernos temáticos dessa revista. A temática ambiental também tem sido abordada em vários trabalhos apresentados nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química (p. 2, *grifo nosso*).

De outra parte, também citamos como um exemplo a ser somado àqueles referidos por Machado *et. al* (2007), a abordagem de determinadas questões/problemas ambientais no livro didático, *Química e Sociedade* (2005), elaborado por Santos e Mól, em coautoria com professores do Ensino Médio de escolas do Distrito Federal. Este material, estruturado por meio de temas sociais — desenvolvidos através de textos que buscam estabelecer relações entre o conteúdo químico e aspectos sociocientíficos (ASC)²⁹ —, foi desenvolvido a partir do Projeto de Ensino de Química em um Contexto Social (PEQS), da Universidade de Brasília (UnB), objetivando contribuir com o processo de reforma curricular do Ensino Médio para a formação da cidadania. Dentre os temas tratados nos textos que podemos relacionar ao meio ambiente estão: a Ciência, os materiais e o lixo; efeito estufa e aquecimento global; destruição da camada de ozônio; agrotóxicos; combustíveis e ambiente; poluição das águas; descarte de pilhas e baterias; etc.

Um aspecto relevante a se enfatizar, no contexto das propostas de tema social para formação da cidadania, refere-se à vinculação das mesmas com o movimento de âmbito mundial denominado de CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), o qual manifesta preocupação central com os aspectos sociais relativos à aplicação e ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia. É do espectro de pressupostos teóricos ligados a este movimento que muitos educadores em Ciências, de modo geral, e em Química, particularmente, têm balizado suas propostas para a

²⁹Caracterizados por Santos (2002) como questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia.

melhoria do ensino de Ciências/Química no contexto brasileiro (SANTOS, 2002; SANTOS, SCHNETZLER, 2003; SANTOS, MÓL, 2005; SANTOS, MORTIMER, 2000; 2001; AULER, 2002, dentre outros). Conforme Santos e colaboradores (2010b):

Do ponto de vista dos objetivos dos cursos com ênfase em CTS eles tiveram uma forte correlação com o movimento de Educação Ambiental, uma vez que a crítica que o movimento CTS fazia centrava-se ao modelo desenvolvimentista que estava agravando a crise ambiental e aumentando a exclusão social. Ocorre que currículos com enfoque CTS foram desenvolvidos com diferentes perspectivas, de modo que enquanto alguns apresentavam uma visão mais crítica sobre os impactos da C&T, outros mostravam uma concepção mais ingênua e reducionista (Auler; Delizoicov, 2001). Nesse sentido, pode-se dizer que **muitos cursos de CTS acabaram por não contemplar as questões ambientais inerentes às discussões iniciais. Com isso começaram a surgir denominações de Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) para os cursos que incluíam nas cadeias das inter-relações CTS as implicações ambientais** (pp. 136 – 137, *grifo nosso*).

A pergunta que levantamos, neste momento, porém, é: em que sentido esta perspectiva teórico-metodológica — presente nas referidas propostas de ensino de Química para formar o cidadão (SANTOS, SCHNETZLER, 2003; BRASIL, 1999; 2002) — poderia contribuir para a compreensão dos problemas ambientais locais e globais em sua complexidade, e para reorientar/transformar as relações dos seres humanos entre si e destes com a natureza? Ou ainda, de que forma a abordagem da problemática ambiental por meio de “temas sociais”, inseridos no currículo escolar e nas práticas pedagógicas de Química, pode contribuir para a formação de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais? Dados os limites deste trabalho, estes são questionamentos que, por ora, não temos como responder de forma acurada, na medida em que entendemos que isso requer tanto uma análise mais profunda dos diferentes pressupostos teóricos e metodológicos que conformam as iniciativas sob a égide da educação para a cidadania quanto uma análise empírica do conteúdo e dos

discursos nelas presentes. Entretanto, cautelosamente, fazemos o exercício de tentar encaminhar algumas respostas às referidas perguntas tendo em vista alguns limites relativos a propostas de ensino de Química para a cidadania e o encaminhamento de novas possibilidades já evidenciadas por pesquisas da área da Educação Científica. Começemos pelos limites.

Santos (2002), um dos autores de *Química e Sociedade* (SANTOS, MÓL, 2005), ao analisar algumas limitações da perspectiva em que o referido livro didático foi elaborado, destaca que apenas um número reduzido de questões solicita aos alunos uma reflexão acerca de problemas que possam encontrar em sua comunidade. Isso porque os temas sociais explorados neste material não foram extraídos da vivência cultural dos estudantes, mas, sim, indicados por seus elaboradores. Somado a isso, segundo Santos (2002), ainda é o conteúdo disciplinar da Química que estrutura e organiza a sequência do livro, pelo que o propósito de realizar a abordagem temática permanece voltado para o ensino de conceitos científicos/químicos.

Neste sentido, além das ressalvas que levantamos anteriormente acerca da noção de cidadania que parece integrar o “novo paradigma” do ensino de Química para formar cidadãos, entendemos que os aspectos levantados por Santos (2002) igualmente podem se constituir em restrições à formação de atitudes e de uma compreensão mais ampla de problemas de relevância para a sociedade, como as condições socioambientais.

Recentemente, o mesmo autor, em parceria com outros educadores químicos (Santos *et. al.*, 2010), publicou um trabalho referente aos resultados obtidos em quatro estudos de casos sobre a introdução da Educação Ambiental em uma visão socioambiental em aulas de Química. Tais estudos foram conduzidos por mestrandos que propuseram ações práticas para professores em suas dissertações de mestrado. Em um destes trabalhos, o objetivo foi introduzir a EA por meio do estudo do tema “Indústria, Ambiente e Sociedade” com enfoque nas inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Ao analisar criticamente os resultados dessa pesquisa, Santos e cols. (2010a) apontaram que:

a introdução de EA em aulas de Química é realmente um desafio e que **a simples introdução do tema não é suficiente**. Para isso são necessárias ações coordenadas com o planejamento de projetos mais amplos com fins específicos. Em tais projetos, é importante

salientar a perspectiva interdisciplinar e de incorporação constante de reflexão da ação pedagógica, analisando todas as fases do trabalho desenvolvido, para que se busque uma EA comprometida com um novo modelo de sustentabilidade social que reflita a justiça e a igualdade social de forma global e não apenas se restrinja à superação dos graves desafios das mudanças climáticas (p.268, *grifo nosso*).

De outra parte, outras pesquisas na área da Educação Científica destacam que ainda existe uma dificuldade muito grande dos professores trabalharem com “temas” em sala de aula, quanto mais aqueles relativos às questões/problemas ambientais presentes no contexto local em que a escola encontra-se inserida. Alguns destes aspectos foram evidenciados, por exemplo, na pesquisa realizada por Marques e colaboradores (2007) com professores de escolas públicas da região metropolitana de Florianópolis (SC). Segundo os pesquisadores, apesar dos entrevistados reconhecerem a importância de trabalharem com questões ligadas ao meio ambiente e até sinalizarem possibilidades de articulação de conhecimentos químicos com a abordagem de problemas ambientais, há “uma forte prevalência de um ensino de Química baseado na transmissão de conteúdos conceituais” (MARQUES *et al.*, 2007, p. 2050). De maneira análoga, Mello e Villani (2005) também reconhecem as dificuldades da incorporação em projetos de ensino de aspectos relacionados a uma abordagem “verde”, de modo que, sem subsídios (de formação e didático-metodológicos), os professores se veem impossibilitados de colocar em prática outros conteúdos e outras abordagens. De acordo com Lindemann (2010): “ambos os trabalhos sinalizam a necessidade de que os processos formativos fomentem mudanças nas práticas dos professores e uma incorporação mais efetiva tanto das situações de contexto quanto de novas abordagens” (p.129).

Com vistas a superar algumas dessas lacunas, Coelho e Marques (2005; 2007a; 2007b) discutem contribuições do referencial freiriano para a abordagem de temas significativos a partir de contextos relevantes para os estudantes, no caso específico, o contexto caracterizado pela mineração do carvão em Criciúma (SC). Neste, os autores identificaram, por meio de um levantamento de dados, a *chuva ácida* como uma das “situações significativas”³⁰ (DELIZOICOV,

³⁰Baseada em Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), Coelho (2005) define: “Situações significativas são situações-problema que surgem como manifestações das contradições envolvidas nos temas” (p. 15). Assim, numa prática freireana, tais situações apresentam-se

ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002) — que surge como manifestação da contradição existencial dos habitantes dessa região em particular — a ser trabalhada nas aulas de química.

De acordo com Coelho e Marques (2005), apoiados em reflexões do educador Paulo Freire, “o contexto local encerra a contradição do desenvolvimento econômico regional em contrapartida aos prejuízos ocasionados ao meio ambiente” (p. 8). Neste sentido, a abordagem de determinados problemas ambientais, como a *chuva ácida* no caso da pesquisa por eles realizada, emerge como uma situação diretamente ligada à realidade dos alunos e professores. De tal sorte, os autores entendem que

Devido à realidade [do contexto da mineração] vivenciada pelos estudantes – que em seu cotidiano convivem com as atividades extrativas, com os rejeitos gerados e com as doenças correlacionadas – a possibilidade é muito grande de que estes se envolvam no debate e na proposição de soluções desses problemas (COELHO, MARQUES, 2007b, p. 14).

A aproximação com a realidade imediata da escola, desta forma, teria implicações para a compreensão da problemática ambiental de forma diferenciada daquelas resultantes quando o tema é escolhido somente pelo professor.

Também no sentido de contribuir com novas possibilidades, Santos e colaboradores (2010b) afirmam que: “O compromisso da Educação Química implica que a construção curricular inclua aspectos formativos para o desenvolvimento de uma **cidadania planetária**” (p. 131, *grifo nosso*). De tal sorte, segundo os autores, isto pressupõe uma forte conexão entre a visão crítica do enfoque CTS e a perspectiva também crítica de Educação Ambiental. Balizados em reflexões de Auler (2002) e Auler e Delizoicov (2001), Santos *et. al* (2010b) entendem como uma visão CTS crítica aquela que busca superar *mitos* historicamente construídos sobre a atividade científico-tecnológica, quais sejam: **a)** a suposta superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, de acordo com o qual o especialista/técnico soluciona os problemas, inclusive, os sociais, de forma competente e ideologicamente neutra; **b)** a perspectiva salvacionista da Ciência e Tecnologia (C&T), associada às ideias de que C&T necessariamente conduzem ao

como desafios não somente para melhor compreendê-las, mas também atuar para transformá-las.

progresso e que, portanto, existem pra solucionar problemas da humanidade, tornando a vida mais “fácil”; e c) o determinismo tecnológico, segundo o qual mudanças tecnológicas implicam em mudanças sociais, considerando-se que a tecnologia define os limites do que uma sociedade pode fazer (AULER, DELIZOICOV, 2001). Nesse viés, portanto, os autores defendem, em consonância a Auler e Delizoicov (2001), a associação do ensino de conceitos científicos à problematização destes mitos ante a aproximação com pressupostos da educação libertadora de Paulo Freire. Uma aproximação que também se conjuga, para Santos *et. al* (2010b), na visão crítica de EA por eles compreendida como aquela voltada para uma ação reflexiva de intervenção em uma realidade complexa, cujo conteúdo de ensino encontra-se além dos livros, porque está na realidade socioambiental.

Assim, argumentam que a adoção de temas sociais escolhidos coletivamente (pela *Roda de Professores em formação*³¹) conforme a realidade da escola é uma forma de articular as *Unidades de Aprendizagem*³² com CTS e EA, favorecendo a “ambientalização” da sala de aula de Ciências/Química e, por conseguinte, intensificando aprendizagens tanto dos estudantes quanto dos professores para uma leitura mais crítica e transformadora das condições socioambientais presentes no contexto em que vivem. E quanto ao significado que atribuem à “ambientalização”, Santos e colaboradores (2010b) esclarecem:

“Ambientalizar” a escola envolve assumi-la como espaço privilegiado para a problematização das relações CTS [...] e para a discussão de questões que contribuam para uma melhor compreensão e apropriação de significados a respeito das relações entre ser humano e ambiente, numa perspectiva

³¹ A Roda de Professores nas Escolas a que se referem Santos e colaboradores (2010b) trata-se de uma perspectiva por meio da qual se busca a partilha de saberes entre os docentes de diferentes áreas do conhecimento, com vistas a propiciar e efetivar o diálogo entre estes (no sentido a que Paulo Freire se refere, conforme citamos na Apresentação desta Dissertação) e o trabalho coletivo. Essa perspectiva, portanto, está igualmente associada à concepção de interdisciplinaridade defendida pelos autores, qual seja, aquela percebida enquanto emergência de aprendizagens estabelecidas nas afinidades e conflitos de uma Roda “e não como condição previamente determinada para ações articuladas na escola” (SANTOS *et. al*, 2010b, p. 147). Como condição para a interdisciplinaridade interessa aos educadores muito mais o diálogo entre os sujeitos do que entre as “disciplinas”.

³² São as propostas pedagógicas do professor, as quais organizam o trabalho em sala de aula e cuja produção, análise, desenvolvimento, reflexão e registro se dão no contexto das Rodas de Professores nas Escolas.

local, mas sem perder de vista seus significados numa perspectiva global. **Implica, nesse contexto, perceber nossa imersão numa crise na qual consumismo, exclusão social e degradação ambiental são manifestações de modelos insustentáveis de sociedade.** Implica também apostar no espaço escolar para práticas sociais cooperativas e com a participação da sociedade, para o diálogo, para a escuta e respeito ao que o Outro diz, para a argumentação crítica e a autonomia (p. 148, *grifo nosso*).

No que tange à metodologia e material didático para se trabalhar em sala de aula os temas escolhidos pelo grupo de professores, os autores apontam para a possibilidade de utilização do livro *Química e Sociedade* (2005), o qual, além de reunir textos sobre algumas questões referentes ao meio ambiente, propõe atividades para o desenvolvimento didático-metodológico. No mais, Santos *et. al* (2010b) apontam também para a possibilidade dos próprios docentes elaborarem seus materiais didáticos coletivamente no contexto das Rodas em formação.

Não se restringindo ao ensino de Química, no âmbito das pesquisas ligadas à vertente Crítico-Transformadora de EA, Torres (2010) afirma que:

a formação da cidadania em uma perspectiva crítica e transformadora requer o investimento na **elaboração e efetivação de abordagens teórico-metodológicas que propiciem a construção de concepções de mundo** [grifo da autora] **que se contraponham às concepções de que o sujeito é neutro; de que a educação consiste em acúmulo e transmissão de informações; de que o conhecimento é transmitido do professor ao aluno; de que a ciência e seu ensino são balizados por critérios positivistas**, entre outras concepções fragmentadas de mundo. O investimento na construção desta concepção de *educação* e de *mundo* se faz importante porque a não-consideração das relações existentes entre os elementos que compõem o planeta em que vivemos tem fundamentado muitas das concepções dos sujeitos, indicando que a dicotomia que orienta o pensar, se reflete no agir da humanidade no mundo, de forma a acarretar sérias implicações no contexto sócio-histórico-cultural vivido. (p. 15, *grifo nosso*).

Em vista disso, a autora defende que a Pedagogia Freireana pautada em *temas geradores*, com base na dinâmica de Investigação e Redução Temática — uma vez desenvolvida no contexto da educação escolar —, se constitui em um dos aportes teórico-metodológicos capazes de efetivar, via processos formativos e (re)configurações curriculares, a construção das referidas concepções de educação e de mundo necessárias para a formação da cidadania em uma perspectiva crítica e transformadora. Uma ideia já defendida, em 1994, por Brügger em seu trabalho de Mestrado. Para Torres (2010), a Abordagem Temática Freireana carrega, intrinsecamente, a potencialidade de efetivação dos principais atributos da perspectiva Crítico-Transformadora de EA escolar, quais sejam: o enfoque humanista, democrático e participativo; a perspectiva transdisciplinar, crítica e problematizadora; a contextualização; a consideração da concepção globalizante de meio ambiente; a dimensão de sustentabilidade (envolvendo os aspectos sócio-econômico-culturais); o caráter permanente da Educação Ambiental como processo educativo; o pluralismo metodológico na perspectiva da interdisciplinaridade; a consideração da articulação entre as dimensões local e global; a produção e disseminação de materiais didático-pedagógicos e sua avaliação crítica (TORRES, 2010). A autora faz tal afirmação a partir da reconstituição e análise do Movimento de Reorientação Curricular de Chapecó-SC, especificamente no contexto da Educação de Jovens e Adultos da Rede Municipal, o qual ilustra a dinâmica de obtenção e redução de temas geradores para a elaboração de currículos críticos e de práticas escolares transformadoras.

Conforme sintetiza Torres (2010)³³:

³³Nesta citação de Torres, a autora faz referência a três categorias importantes dentro da concepção freireana de educação, mais especificamente, dentro do contexto da Investigação Temática Freireana, quais sejam: *consciência real* (efetiva), *consciência máxima possível* e *inédito viável*. As duas primeiras são baseadas em categorias de Lucien Goldman, exploradas no seu livro *The Human Sciences and Philosophy* (Londres: The Chancer Press, 1969, p.118), enquanto que a última trata-se de uma categoria freireana descrita em *Pedagogia do Oprimido* (2005). Sobre estas três categorias, Freire (2005) assim as apresenta: “Daí que, ao nível da 'consciência real', os homens se encontrem limitados na possibilidade de perceber mais além das 'situações-limites', o que chamamos de 'inédito viável'. Por isto é que, para nós, o 'inédito viável' (que não pode ser apreendido no nível da 'consciência real' ou efetiva) se concretiza na 'ação editanda', cuja viabilidade antes não era percebida. Há uma relação entre o 'inédito viável' e a 'consciência real' e entre a 'ação editanda' e a 'consciência máxima possível'. A 'consciência possível' (Goldman) parece poder identificar-se com o que Nicolai chama de 'soluções praticáveis despercebidas' (nosso 'inédito viável'), em oposição às 'soluções praticáveis

A concepção educacional freireana encontra-se pautada em fundamentos teórico-metodológicos de uma perspectiva *Libertadora* de Educação (FREIRE, 1976; 1987; 2001), **que se ancora na dialogicidade e na problematização em torno das contradições sociais vividas pelos sujeitos do processo de ensino e aprendizagem, as quais, por sua vez, se encontram representadas nos temas geradores.** A perspectiva freireana de Educação Libertadora tem como horizonte o *processo de humanização* destes sujeitos via *conscientização* das contradições vividas resultantes das relações *homens-mundo* com vistas à *transformação cultural e social* em torno das mesmas. O processo freireano de *conscientização* requer o trânsito da *consciência real* (efetiva) para a *consciência máxima possível* mediada pela ação editada em direção ao *inédito viável* (p. 16, *grifos da autora, grifo nosso*).

Para tanto, Freire propõe, no terceiro capítulo de seu livro *Pedagogia do Oprimido* (2005), o desenvolvimento da dinâmica de Investigação Temática, que diz respeito ao processo de obtenção e redução de temas geradores, a qual, por sua vez, foi sistematizada em cinco etapas por Delizoicov (1982; 2008) e utilizada, por este e outros autores, no contexto do ensino de Ciências. São elas:

1ª etapa – Levantamento preliminar: consiste em reconhecer o ambiente em que vive o aluno, seu meio, seu contexto, o que pode ser feito, inclusive, através de fontes secundárias;

2ª etapa – Análise das situações e escolha das codificações: momento em que é realizada a escolha de situações que sintetizam as contradições vividas, constituindo uma espécie de “leque temático” (DELIZOICOV, 1982);

3ª etapa – Diálogos descodificadores: a partir desses diálogos, estabelecidos entre todos os sujeitos envolvidos no processo (professores, alunos, direção, funcionários da escola, pais, “investigadores”, membros da comunidade local, etc.), se obtêm os temas geradores.

4ª etapa – Redução temática: consiste em um trabalho de equipe interdisciplinar, com o objetivo de elaborar os conteúdos programáticos

percebidas' e às 'soluções efetivamente realizadas', que correspondem à 'consciência real' (ou efetiva) de Goldman” (p.124-125).

e identificar quais conhecimentos disciplinares são necessários para o entendimento dos temas.

5ª etapa – Trabalho em sala de aula: desenvolvimento do programa em sala de aula, o qual pode ser realizado por meio dos Três Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov (2001; 2008), Delizoicov e Angotti (1992) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Acerca destes, importa-nos discuti-los posteriormente no que tange à possibilidade de elaboração de propostas didático-metodológicas — dialógicas e problematizadoras —, a partir do conteúdo de textos das revistas Química Nova na Escola e Green, cuja análise apresentamos no próximo capítulo.

Embora a potencialidade do tema gerador considerado no contexto da Abordagem Temática Freireana extrapole a condição de o tema ser “ambiental”, para Torres (2010):

No contexto da Abordagem Temática Freireana, o *tema gerador* emerge da realidade local e, portanto, se configura como *mediador* da ação conscientizadora, uma vez que sintetiza as contradições sociais locais/globais envolvendo, portanto, os problemas do ambiente vivido (tanto de ordem naturais quanto sociais). Diante disto, **o desafio consiste na escolha de um tema gerador que seja representativo dos problemas do ambiente local/global (na perspectiva globalizante de meio ambiente), a fim de se efetivarem as análises críticas da realidade vivida que inclui as relações existentes entre natureza e sociedade/cultura. Assim, não haveria a necessidade da proposição de os temas ambientais locais [...] serem tomados como temas geradores para que se desse a efetivação de análises críticas da realidade “socioambiental” – uma vez que o tema gerador no contexto da Abordagem Temática Freireana, por si só, representa as contradições locais/globais da realidade vivida (p. 111, grifos da autora, grifo nosso).**

Neste sentido, de acordo com o aporte teórico-metodológico defendido pela autora, a escolha de um tema gerador representativo de problemas relativos ao meio ambiente não se trata de um processo voltado para a “tematização do ambiente”. Antes sim, diz respeito a um

processo de seleção de um tema gerador que sintetiza contradições sociais envolvendo, inclusive, os problemas ambientais.

Neste trabalho, entendemos que tanto as abordagens teórico-metodológicas expressas nos trabalhos de Coelho (2005) e Santos *et. al* (2010b) quanto aquela defendida por Torres (2010) podem contribuir para a efetivação de uma educação escolar — e, portanto, de uma Educação em Química — voltada à formação de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais. E como “crítico e transformador”, compreendemos o sujeito formado para atuar em sua realidade no sentido de transformá-la, ou ainda, nas palavras de Torres (2010):

o sujeito *consciente* das relações existentes entre *sociedade/cultura* e *natureza*, entre *homens-mundo*, entre *sujeito-objeto*, porque se reconhece como parte de uma totalidade e como sujeito ativo do processo de transformações sócio-histórico-culturais (p. 15, grifos da autora).

É, portanto, no contexto destas abordagens que inserimos nosso trabalho. Temos clareza que nossa pesquisa não é voltada ao currículo e, neste sentido, não oferece contribuições aos processos de (re)orientação curricular pautados na concepção freireana de educação. Entretanto, entendemos que, a partir da análise de textos das revistas QNesc e Green, podemos trazer contribuições para a formação e atuação de professores de Química do Ensino Médio brasileiro balizadas na concepção freireana de educação (FREIRE, 1997, 2006) e, mais especificamente, na vertente Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS, assim como contribuir para a elaboração de práticas didático-metodológicas em Química ligadas às referidas perspectivas.

No âmbito das abordagens teórico-metodológicas envolvendo a estruturação curricular a partir de temáticas emergentes da realidade local dos alunos e, por isso, representativas de problemas do ambiente (na perspectiva globalizante de meio ambiente) vivido por eles, vemos que os recortes do conhecimento, ou seja, os conteúdos específicos são selecionados subordinadamente aos temas de ensino (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002). Isto significa que, no caso do ensino de Ciências/Química, a conceituação científica/química precisa ser contemplada na programação de forma a possibilitar a construção de uma nova visão sobre o tema e sobre a problemática local. Neste sentido, seguimos nossa discussão buscando evidenciar possíveis contribuições da Química Ambiental (QA) e da Química Verde (QV) à

compreensão de temas envolvendo problemas ambientais. O que entendemos também como um desafio de incorporar às práticas docentes e aos programas de ensino de Química conhecimentos contemporâneos em Ciência e Tecnologia para a formação cultural dos alunos, sem se restringir, contudo, a um enfoque meramente “técnico” ou mitificado de C&T (AULER, 2002; AULER, DELIZOICOV, 2001).

2.3 QUÍMICA AMBIENTAL E QUÍMICA VERDE: CONHECIMENTOS QUÍMICOS CONTEMPORÂNEOS PARA A ABORDAGEM DE PROBLEMAS AMBIENTAIS

Conforme aponta Machado (2004), a relação entre Química e meio ambiente pode ser referida sob diferentes perspectivas (e até mesmo posturas) de acordo com a preposição empregada para “ligar” os dois termos. Assim, de modo sintético, o autor português apresenta as compreensões da Química **do**, **no** e **para** o ambiente. A primeira, relacionada classicamente à Geoquímica, seria referente ao estudo dos modos de existência das espécies químicas na água, no ar e no solo; dos seus processos de formação; do seu comportamento e mobilidade; das reações em que intervêm, etc. A segunda, por sua vez, está relacionada com os estudos sobre as espécies químicas de origem antropocêntrica, principalmente aquelas provenientes das atividades industriais e agrícolas lançadas no ambiente. E a Química **para** o meio ambiente, ainda segundo Machado (2004), trata-se de um

esforço deliberado para protecção do ambiente por parte de quem pratica a Química – procurar que esta seja realizada de modo a conservar o ambiente, por exemplo, com limitação ou, preferivelmente, impedimento da dispersão de poluentes e contaminantes tóxicos por parte da Química Industrial e actividades a jusante [...]; e mesmo, actuar mais directa e activamente sobre o ambiente por via química, por exemplo estabelecendo e pondo em execução processos químicos para a remoção de poluentes e contaminantes nele espalhados (p.59).

Embora Machado (2004) aponte que trivialmente emprega-se o termo “Química Ambiental” (QA) no sentido de Química **no** meio ambiente, para Mozeto e Jardim (2002), atualmente, a QA é reconhecida como o “maior e mais natural exemplo da inter-multidisciplinaridade da

Química como ciência exata” (p. 8). Isso porque, segundo os autores, embora inicialmente os trabalhos tenham se restringido à monitoração ambiental de espécies químicas³⁴, hoje as iniciativas de projetos de pesquisa em QA e a produção de conhecimentos nesta área são desenvolvidas em cooperação com diversos outros profissionais, como ecologistas, biólogos, geólogos, dentre outros. Para Mozeto e Jardim (2002), esse “caráter mais inter-multidisciplinar” e, portanto, a existência de uma compreensão mais ampla da QA, também pode ser observada na definição dada pela Divisão de Química Ambiental, da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), a qual é citada por eles:

Para nós, a Química Ambiental estuda 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.** Assim, dentro desta definição, a Química Ambiental não é a ciência da monitoração ambiental, mas sim da **elucidação dos mecanismos que definem e controlam a concentração das espécies químicas candidatas a serem monitoradas.** [...] Dentro desta premissa, a **Química Ambiental expande os horizontes da química convencional dando a ela uma dimensão socio-econômica, além de propiciar parcerias encantadoras com outras áreas do conhecimento** como a toxicologia, a engenharia sanitária e a biologia. [...] 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 tem trazido ao homem (MOZETO, JARDIM, 2002, pp. 7-8, *grifo nosso*).

Particularmente, não concordamos com o posicionamento de que a QA seja “a ferramenta mais poderosa” para enaltecer os benefícios que a Química tem proporcionado à humanidade, e, tão pouco, que esta é “uma das ciências que mais benefícios tem trazido” aos seres humanos.

³⁴Essa restrição pode estar relacionada ao fato de que a origem da QA está vinculada a estudos desenvolvidos no âmbito da Química Analítica voltados à identificação e controle da concentração das espécies químicas em diferentes ambientes naturais.

Preferimos ser mais cautelosos em relação a tais afirmações. Contudo, por outro lado, também entendemos que a QA requer e envolve a descompartmentalização da Química, assim como exige e possibilita a articulação com conhecimentos de outras áreas para uma compreensão integrada de seu objeto de estudo, qual seja: 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.

No escopo de se evitar reducionismos da QA à monitoração ambiental, Mozeto e Jardim (2002) apontam para alguns pontos importantes que pesquisadores da área têm buscado abordar quer no âmbito de projetos de pesquisa quer em disciplinas de QA do Ensino Superior, quais sejam:

- (a) descrição do funcionamento (incluindo-se o ecológico) natural ou de base do ecossistema ou de um ou mais de seus reservatórios (ou compartimentos) e suas possíveis alterações (os impactos ambientais negativos) em função das atividades antrópicas em consideração;
- (b) ter como base ou em considerando um ou mais estudos-de-casos similares ao problema em estudo;
- (c) incluir e discutir as legislações ambientais pertinentes e todas as implicações do ponto de vista legal;
- (d) incluir e discutir as questões toxicológicas, quer do ponto de vista de comunidades aquáticas e/ou terrestres e as relativas à saúde humana;
- (e) **discutir o problema de forma integrada do ponto de vista das interações abióticas, bióticas, sócio-econômicas e culturais;**
- (f) estar sempre atento às situações do estado-da-arte o mais atual possível com base em literatura o mais recente possível;
- (g) tratando-se de um processo industrial ou agro-industrial e/ou de tratamento de efluentes ou resíduos em que haja a geração de um outro resíduo e/ou efluente, discutir a forma correta de tratamento, caracterização e classificação segundo normas e leis ambientais vigentes no Brasil;
- (h) considerar que o tratamento de resíduos é uma opção remediativa, e que a opção mais harmoniosa ambientalmente é a minimização na produção de rejeitos;
- (i) **as escalas dos**

fenômenos em consideração: local, regional ou global (*Idem, Ibidem*, pp. 8-9, *grifo nosso*).

Para Cortes Jr. (2008), a discussão integrada do problema a que se referem os autores *supracitados*, no contexto da QA, envolve considerar as possíveis relações entre ar, água e ambientes terrestres entre si, bem como com sistemas vivos e a tecnologia, numa espécie de ciclo geral que poderia ser representado da seguinte forma (Figura 4), de acordo com o autor:

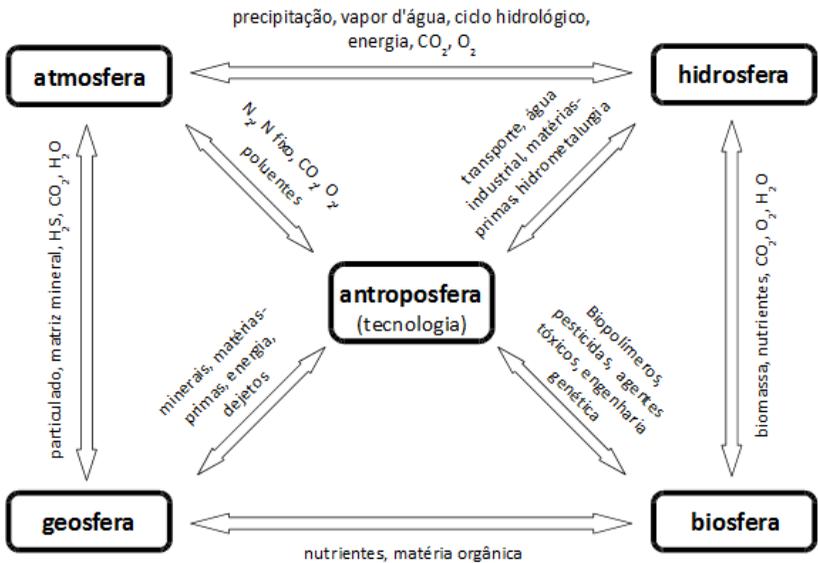


Figura 4. Ciclo geral representando as trocas de matéria e energia entre atmosfera, biosfera, antroposfera, geosfera e hidrosfera.

Com isto, espera Cortes Jr. (2008) esboçar seu entendimento de que a QA implica conhecer os processos químicos e as complexas interações entre os distintos sistemas do planeta (físico-químico, biológico e social-humano) numa imbricada teia interligada entre as partes — posicionamento com o qual concordamos apesar das compartimentalizações.

No que tange especificamente ao desenvolvimento da QA no Brasil, Mozeto e Jardim (2002) afirmam que atualmente ela desempenha um importante papel no diagnóstico de problemas ambientais em nosso

país, sejam eles de abrangência local, regional ou mesmo continental, assim como tem atuado de modo cada vez mais ativo no tratamento e saneamento de alguns destes problemas. Acerca desta questão também concordam Silva e Andrade (2003), de acordo com os quais a QA tem contribuído significativamente na prevenção e correção de determinadas situações de degradação/poluição ambiental, ou no tratamento de alguns efeitos destas, através dos conhecimentos acumulados³⁵ e das tecnologias de remediação desenvolvidas nos últimos anos.

Em vista de todo o exposto é que destacamos o potencial da QA e, portanto, dos conhecimentos produzidos nesta área para as abordagens temáticas na perspectiva que defendemos anteriormente — em especial, quando os temas de ensino são referentes a casos de poluição ambiental³⁶. Além do mais, conforme expressam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002):

A compreensão dos fenômenos naturais articulados entre si e com a tecnologia confere à área de Ciências Naturais uma perspectiva interdisciplinar, pois abrange conhecimentos biológicos, físicos, químicos, sociais, culturais e tecnológicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002, p. 69).

De outra parte, além da QA, entendemos que a Química Verde (QV) também pode e vem oferecendo contribuições. Segundo Machado (2004), a QA não se caracteriza pelo estudo de processos que eliminem a produção de poluentes e resíduos tóxicos, ou ainda que evitem o uso alargado de substâncias perigosas para a saúde humana e o restante dos seres vivos. Este tipo proativo de Química **para** o ambiente, conforme entendimento do referido autor, é que constitui, na verdade, a QV. Machado (2004) compreende que esta, diferentemente da QA, tem sua preocupação voltada ao desenvolvimento de pesquisas intencionalmente direcionadas à prevenção da poluição, seja através do estabelecimento

³⁵Conhecimentos sobre a composição e o comportamento do solo, da água e do ar; as interações complexas entre esses sistemas; de que forma eles são transformados pelas atividades humanas; e quais as consequências destas transformações.

³⁶A concepção de “poluição ambiental” a que nos referimos está associada à presença de substâncias tóxicas e patogênicas no meio ambiente e às suas consequências para a saúde humana e a natureza. Neste sentido, não associamos poluição a uma preocupação meramente estética, ligada a percepções sensoriais, como turbidez e cor da água para poluição hídrica, fumaças exaladas por chaminés para poluição atmosférica, e montanhas de lixo em aterros sanitários para poluição dos solos.

de processos/sínteses limpas e tecnologias ambientalmente sustentáveis seja por meio do (re)direcionamento das práticas químicas mediante uma postura ética. Assim, dentre os objetivos específicos da QV, o autor cita:

(i) fabricar e lançar no mercado para utilização apenas substâncias que não sejam nocivas para a saúde humana e dos restantes seres vivos, e que não deteriorem o ambiente; (ii) usar processos de fabrico de substâncias que não dispersem poluentes nem produzam resíduos tóxicos, que acabam quase sempre por ter de ser depositos no ambiente; (iii) usar preferencialmente como matérias-primas substâncias provenientes de recursos naturais renováveis, de modo a poupar os recursos não renováveis; (iv) usar preferivelmente energias renováveis, etc. (MACHADO, 2004, p. 59-60).

Em vista disso, na última década, tem sido crescente a divulgação na literatura científica de novos compostos, novas reações químicas, novas rotas sintéticas, etc. sob a denominação “verde”. Todavia, ainda conforme Machado (2008), em muitos casos basta uma segunda análise para verificarmos que, embora envolvam melhorias quanto a certos aspectos pontuais da química usada, muitas propostas que se dizem “verdes” acabam ignorando outros que fazem parte do processo químico como um todo, mantendo ou piorando as condições que geram danos ambientais. Para melhor evidenciar tais casos, aos quais o químico português chama de “falsa Química Verde”, ele cita exemplos como: **a)** o desenvolvimento de reações químicas que aparentemente ganham em “verdura” por utilizarem catalisadores e água como solvente, porém, que geram com os resíduos um problema ambiental de difícil resolução, e **b)** o fabrico de biocombustíveis a partir de matérias-primas de origem vegetal (portanto, renováveis conforme preconizado pelo princípio número 7 da QV) sem, contudo, se atentar para os “variados efeitos nocivos sobre o ambiente que as práticas agrícolas para obtenção de biomassa e que a conversão industrial desta em biocombustíveis podem exercer, bem como à energia dispendida na produção agrícola” (MACHADO, 2008, p. 36).

Machado (2008) entende que estes exemplos trazem à tona uma perspectiva reducionista frente ao que, de fato, se propõe a QV de acordo com a *Declaração de Tóquio*, assinada e divulgada pelos participantes da Primeira Conferência sobre Química Verde e

Sustentável, realizada em 2003: “o máximo esforço possível ao desenvolvimento de práticas de gestão de risco com base científica para a fundamentação do Desenvolvimento Sustentável” (MACHADO, 2004, p. 61 – tradução feita pelo autor do texto da Declaração transcrito em ANASTAS, P. MURAHASHI, S.I. GSC Tokyo Statement, **Green Chemistry**, n.5, 2003, p. 74).

Neste sentido, e na medida em que a preocupação central da QV é superar a mera eficiência “técnica” e econômica dos processos químicos, com vistas ao desenvolvimento de alternativas menos poluentes ou não-poluentes, nossa compreensão é de que ela não se trata apenas de uma questão do ponto de vista da Ciência, mas também para o campo político e educacional. Para o primeiro, porque, concordantes com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), entendemos que “a produção em ciência/tecnologia é fortemente direcionada por políticas de desenvolvimento científico e tecnológico articuladas a planos estratégicos governamentais e à infra-estrutura financeira” (p. 69). E, para o segundo, porque: **1º**) implica a necessidade de mudanças nos processos formativos de bacharéis e licenciados em Química para que estes possam repensar as atividades químicas e os valores subjacentes a elas, e atuar frente à complexidade da problemática ambiental; e **2º**) a exemplo de outros “temas da C&T” (como transgenia, clonagem, fontes alternativas de energia, etc.), requer uma leitura crítica por todos os cidadãos para uma autêntica democratização dos conhecimentos em QV, a partir da superação do modelo de decisões tecnocráticas, da perspectiva salvacionista da C&T e do determinismo tecnológico — três *mitos* que, segundo Auler e Delizoicov (2001) e Auler (2002) são encarados como manifestações da concepção de neutralidade da C&T.

No que tange a este último aspecto no contexto do ensino de Química da Educação Básica, concordamos, por conseguinte, com Coelho (2005) que:

Deve-se apontar principalmente para o princípio fundamental da química verde — a prevenção — **mas superar a visão unilateral, restrita ao “aspecto técnico”**. [...] O enfoque no “aspecto técnico” — gera passividade — e **torna as pessoas alheias ao que realmente é pertinente considerar: a interferência dos cidadãos na sociedade pela participação pública nos processos decisórios referentes a temas envolvendo ciência–tecnologia**, que é algo postulado pelo emergente enfoque CTS no contexto brasileiro (p. 55, *grifo nosso*).

Pautada em Pacey (1990), a referida autora caracteriza o “aspecto técnico”, por exemplo, pelo conhecimento de como fazer as coisas funcionarem, envolvendo nesta esfera o conhecimento químico. No caso particular da QV, compreendemos, portanto, que seria o entendimento dos princípios de funcionamento das tecnologias preventivas dos danos ambientais, ou ainda, dos conhecimentos específicos envolvidos nos processos que eliminam a produção de poluentes e resíduos tóxicos. Embora, de acordo com Pacey (1990), a maioria das pessoas (inclusive docentes) identifique e se atenha a este aspecto ao se referir à “tecnologia”, para ele, a compreensão da “prática tecnológica” envolve muito mais do que a “técnica”, constituindo-se igualmente por aspectos organizacionais e culturais. Aqueles, incluindo conhecimentos sobre a institucionalização da tecnologia e a regulamentação da prática tecnológica enquanto atividade econômica e industrial, atividade dos profissionais (engenheiros, técnicos, químicos e outros), usuários e consumidores, sindicatos, etc.; e estes últimos, relacionados com os objetivos, as crenças sobre o progresso, os valores e os códigos éticos envolvidos.

Para Santos e Mortimer (2000), a identificação dos aspectos organizacionais e culturais da tecnologia permite compreender como ela é dependente dos sistemas sociopolíticos e dos valores e ideologias da cultura em que se insere e, a partir desse entendimento, o cidadão consegue perceber as interferências que a mesma tem em sua vida e como ele pode interferir nessa atividade. É consonante a esta perspectiva que consideramos possível e relevante a incorporação da QV à prática docente e aos programas de ensino de Química da Educação Básica.

Atualmente, já existem ações da comunidade científica para a inserção da Química Verde em espaços escolares por meio da *divulgação científica* (BUENO, 1985) para professores e estudantes, e por meio de propostas didático-metodológicas para o ensino de Química. No cenário internacional, o Consórcio Interuniversitário Química para o Ambiente (INCA) ganhou destaque na divulgação científica da Química Verde para a educação básica italiana com a produção da revista *Green: La Scienza al servizio dell’Uomo e dell’Ambiente*³⁷, que teve seu primeiro número publicado em novembro de 2006. Destinado a professores e alunos do Ensino Médio, este periódico é voltado para a discussão dos desafios da Química Verde

³⁷Disponível no site <www.incaweb.org/green/>.

para “um mundo mais limpo” no que tange à pesquisa, às questões éticas e aos produtos desenvolvidos. Por meio da abordagem de temáticas ambientais a revista “traduz” os conhecimentos científicos, os princípios, as aplicações e as contribuições da comunidade dos químicos que tem trabalhado numa perspectiva de prevenção dos problemas ambientais (ou *sustentabilidade*, como alguns autores preferem chamar). Embora a revista Green seja uma experiência única no mundo, as associações e sociedades de Químicos, universidades e grupos de pesquisa de outros países também têm promovido a divulgação da Química Verde nas escolas por meio de palestras, seminários e boletins informativos.

No Brasil, o Centro de Ensino Integrado de Química (CEIQ), da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) da USP, através do projeto “Química Verde e contribuições para educação científica na escola básica”, organiza palestras e minicursos para professores e alunos do Ensino Médio de escolas de Ribeirão Preto com vistas à divulgação científica do “pensamento verde”. Contudo, esse grupo de pesquisa também terminou de elaborar, recentemente, um material didático para o ensino de conceitos de química básica a partir dos princípios da Química Verde, com o objetivo de promover a Educação Ambiental (SANCHES; ABREU; VEIGA, 2009). Ainda quanto ao ensino, outros pesquisadores apontam a possibilidade de associação da perspectiva da Química Verde com o enfoque CTS e a educação problematizadora e dialógica freireana para a abordagem contextualizada de questões ambientais nas aulas de Química do Ensino Médio (MARQUES *et al.*, 2007; COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2008).

Quanto ao ensino de Química Ambiental, Mozeto e Jardim (2002) destacam a iniciativa da Divisão de Ensino da SBQ que, em 2001, lançou, na série de cadernos temáticos da revista *Química Nova na Escola*, um volume dedicado à Química Ambiental. O objetivo era suprir a falta de material didático no Brasil acerca de assuntos referentes aos principais processos químicos que ocorrem na atmosfera, nos corpos aquáticos e nas estações de tratamento de resíduos sólidos e líquidos (MOZETO, JARDIM, 2002).

É sobre os caminhos metodológicos conduzidos para a análise de textos das duas revistas mencionadas que dedicamos o próximo capítulo.

3 DOS PERCURSOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

No capítulo anterior, buscamos evidenciar algumas trajetórias da EA e perspectivas relacionadas à abordagem de problemas ambientais no currículo e nas práticas pedagógicas do ensino de Química da Educação Básica, referenciadas por pesquisas da Educação Científica e Química e nos documentos curriculares oficiais. Assim, apontamos para a existência e diferenciação de duas grandes vertentes em EA: a Conservadora e a Crítico-Transformadora. Esta última, que assumimos como nossa, pois está associada às concepções *socioambiental* (CARVALHO, 2008) e *globalizante* (REIGOTA, 1997) de meio ambiente. Além disso, de forma a se articular com este posicionamento, argumentamos sobre a importância de abordagens teórico-metodológicas envolvendo a estruturação curricular a partir de temáticas emergentes da realidade local dos alunos e, por isso, representativas de problemas do ambiente (na perspectiva globalizante) vivido por eles. Abordagens nas quais ficou evidente a influência e a presença de categorias do referencial freireano de educação (FREIRE, 1997; 2006), pelo que as interpretamos como preocupadas com a formação efetiva de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais presentes na realidade a que pertencem.

Neste sentido, igualmente discutimos aspectos ligados ao papel do ensino de Química para esta formação, tendo em vista: **1)** o potencial explicativo dos conhecimentos científicos/químicos para uma melhor compreensão do meio natural e social em que vivemos; e **2)** a perspectiva de que os empreendimentos de todas as Ciências e suas tecnologias são parte constitutiva da *cultura elaborada*, pelo que o processo de sua produção se caracteriza como uma atividade humana, sócio-historicamente determinada, submetida a pressões internas e externas. Dimensões estas que tentamos manter presente na discussão final sobre possíveis contribuições da Química Ambiental (QA) e da Química Verde (QV), respectivamente, para compreensão de temas envolvendo problemas ambientais, e para formação cultural dos alunos.

Esta parte do trabalho, por sua vez, destina-se, primeiramente, a apresentar uma caracterização geral das revistas QNEsc e Green; assim como as justificativas que nos orientaram para a escolha destes materiais. E, no âmbito desta última apresentação, buscamos esclarecer

alguns aspectos teóricos e metodológicos que dão significado à análise dos textos dos referidos periódicos.

Ademais, aqui igualmente discorreremos acerca da metodologia escolhida para “*tratamento*” das informações/mensagens constantes nos artigos de QNEsc e Green, qual seja, a Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977).

3.1 SOBRE AS REVISTAS QNESC E GREEN

3.1.1 Características gerais da revista *Química Nova na Escola*

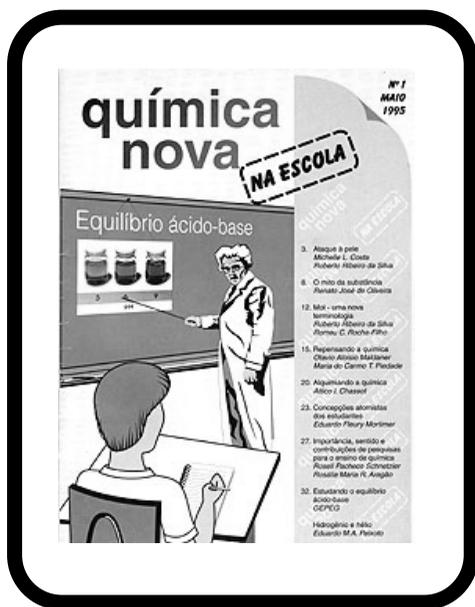


Figura 5. Capa do n.1 da revista Química Nova na Escola (QNEsc), publicado em maio de 1995.

Criada oficialmente, em 1995, pela Divisão de Ensino da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), a revista Química Nova na Escola (QNEsc) é considerada, segundo alguns autores (BEJARANO, CARVALHO, 2000; SCHNETZLER, 2002; GONÇALVES, 2005), fruto do trabalho de uma comunidade – a dos educadores químicos – com pelo menos trinta anos de história. Sua concretização se deu por meio de um longo processo envolvendo o próprio contexto de

constituição, reconhecimento e crescimento da área de Educação Química no Brasil.

Apesar disso, desde o início, a QNEsc não foi proposta sob o intento de se caracterizar como um periódico científico para a área ou Divisão de Ensino da SBQ; senão, foi concebida com a intenção de se dirigir, sobretudo, aos professores de Química da Educação Básica. Conforme afirmam Bejarano e Carvalho (2000):

No ano de 1994, durante uma reunião anual da Sociedade Brasileira de Química, **foi proposta a criação de uma revista que tivesse como alvo os professores de Química, especialmente os do ensino médio.** A divisão de educação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) ficou então responsável pelo encaminhamento da idéia que culminou com a criação da revista intitulada *Química Nova na Escola*. [...] Essa revista portanto, não teve, desde o seu início, a pretensão de ser um periódico científico de Educação Química, pelo contrário, como demonstra sua linguagem e estrutura das seções, seu alvo é atingir o professor de Química, especialmente o de nível médio, **buscando instrumentalizá-lo para melhoria de seu ensino** (p. 164, *grifo nosso*).

Ademais, de acordo com Schnetzler (2002), associada à intenção de se dirigir aos docentes da Educação Básica, atualmente, a QNEsc também tem a pretensão de atingir os cursos de formação inicial e continuada de professores de Química, em específico, e de Ciências, de modo geral. E, nesse sentido, Gonçalves (2005) complementa e conclui:

[...] muitos dos seus artigos são de interesse geral, estabelecendo interfaces com as demais áreas da educação em Ciências. **É uma revista concebida, desde a sua criação, para atender os anseios dos profissionais do ensino médio e fundamental e genuinamente comprometida com o professor.** Hoje podemos dizer que o periódico também tem a intenção de atingir o **professor formador** (p. 51, *grifo nosso*).

Uma preocupação e compromisso em alcançar os docentes das escolas básicas e dos cursos de formação que entendemos se fazer presente não somente no conteúdo da revista QNEsc, mas igualmente na

veiculação de suas publicações: para facilitar o acesso, todos os artigos publicados são disponibilizados, na íntegra e gratuitamente, em formato digital, na página da internet do periódico³⁸. Além disso, em seu lançamento, a revista – que teve uma tiragem de 19.000 exemplares – foi distribuída de graça e por mala direta a aproximadamente 15 mil professores de Química do país (BEJARANO, CARVALHO, 2000).

Segundo Gonçalves (2005), entretanto, “apesar do esforço de fazer a revista chegar ao professor, ao longo dos anos os editores têm expressado a dificuldade em manter o periódico devido a oscilações no número de assinantes” (p. 51). Aspecto este considerado fundamental pelo referido autor, uma vez que a QNEsc dispõe, sobretudo, dos recursos financeiros provenientes das assinaturas para sua manutenção e circulação. Isto também foi apontado por Berajano e Carvalho (2000), tendo em vista uma avaliação apresentada no Editorial do oitavo número da revista, quando a mesma completou quatro anos de existência:

Por ser uma revista dirigida especialmente aos professores de Química do nível médio, profissionais que estão atravessando um momento de dificuldade salarial, o número de pedidos de cancelamento de assinaturas cresce a cada dia e coloca em risco a sobrevivência da revista. É uma grande lástima esses acontecimentos, principalmente em se tratando de uma revista que teve desde o seu início uma proposta de aproximar a comunidade de professores de Química das pesquisas na área, uma iniciativa concreta de diminuição da distância entre pesquisa e ensino, já avaliada como geradora de impedimentos para adoção de posturas inovadoras no Ensino de Ciências (p. 167).

Com vistas a mudar este cenário, desde o sexto ano de aniversário do periódico, seus editores e membros do Conselho Editorial têm buscado ampliar o alcance das ações de QNEsc no país através da elaboração de projetos paralelos, em parceria com outros profissionais, associações (especialmente SBQ) e agências de fomento. Como exemplo citamos: **1)** o oferecimento de cursos e encontros em praticamente todas as regiões brasileiras, a partir de 2000, com os objetivos de aumentar o número de leitores e auxiliar os professores a usarem a revista em suas salas de aula; e **2)** a produção de recursos

³⁸Endereço do site: <qnesc.s bq.org.br/>.

multimídia e outros materiais, desde o de 2001, com o objetivo de ampliar, em alcance e em variedade de ações, o trabalho de formação inicial e continuada dos professores de Química do Ensino Fundamental e Médio que os próprios artigos publicados em Química Nova na Escola já potencializavam.

Acreditamos que tais projetos associados a outros fatores contribuíram para a aparente adesão da comunidade de educadores em Química do Brasil à QNEsc (suas ideias e propósitos), evitando que a mesma saísse de circulação e garantindo que chegasse ao seu 32º volume³⁹ em 15 anos. Embora os Editoriais mais recentes não tenham tratado do número de assinantes, no n. 15, os editores e conselho editorial manifestaram um aumento significativo de leitores da revista, entre assinantes e vendas avulsas, em comparação com outros momentos de crise.

De outra parte, no Editorial do primeiro número da revista seus editores declaram os principais objetivos específicos da QNEsc em relação ao público a que se direciona, quais sejam: **a)** subsidiar o trabalho, a formação e a atualização de professores e professoras de Química do país; e **b)** suscitar debates e reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem de Química, constituindo-se como um espaço aberto ao educador. Em vista disso, seus propósitos mais gerais são: contribuir para a melhoria do ensino desta ciência no Brasil e para a tarefa de “formar cidadãos e cidadãs capazes de se posicionar e tomar decisões responsáveis diante dos problemas que o mundo moderno impõe à sociedade” (Editorial, QNEsc, n.1, 1995, p.2). Ou seja, pessoas que conseguem se posicionar sobre problemas que exijam algum conhecimento de química, não concebendo esta ciência ou como responsável por poluição e catástrofes ou como solução para todos os problemas.

Além disso, neste mesmo Editorial, já observamos a expectativa dos editores da QNEsc quanto ao uso dos artigos divulgados, refletindo a adesão dos docentes de Química em relação à proposta da revista – inicialmente com publicação semestral, e a partir de 2008 trimestral.

Outro aspecto importante da QNEsc refere-se à diversidade de seções presentes na mesma, totalizando, atualmente, onze, as quais tiveram suas denominações e objetivos definidos pelo corpo editorial do

³⁹ A partir do número 31, a revista passou a ter seus números organizados em volumes e fascículos, iniciando uma nova forma de referência aos artigos publicados (por exemplo, QNEsc, vol. 31, n.2, 2009). Com essa medida, os editores e conselho editorial pretenderam atender a requisitos necessários para indexar Química Nova na Escola em outros sistemas.

periódico, conforme descrevemos a seguir. O objetivo da referida descrição é no sentido de possibilitar algumas comparações com a estrutura e organização interna da revista italiana, Green.

A seção *Química e Sociedade* pretende publicar artigos que estejam preocupados com os aspectos importantes da interface entre a Química e a Sociedade. Ou seja, textos que procuram analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado, assim como as limitações de seus usos, na solução de problemas sociais, visando a uma “educação para a cidadania” (Editorial, QNEsc, n.1, 1995, p.2). Além dos principais aspectos químicos, os editores entendem que os artigos deste espaço da revista também buscam (ou deveriam) evidenciar as principais dificuldades e alternativas para o ensino das temáticas/assuntos que abordam.

Em *Atualidades em Química*, por sua vez, encontramos artigos que procuram apresentar assuntos que mostram como a Química é uma ciência viva, seja com relação a novas descobertas seja no que diz respeito à redefinição/evolução de seus conceitos. Assim, temos publicados nesta seção textos sobre as últimas novidades do conhecimento químico, bem como sobre ganhadores do prêmio Nobel em Química.

Relatos de Sala de Aula trata-se de uma seção voltada à divulgação das experiências dos professores de Química, com o propósito de socializá-las junto à comunidade que faz educação por meio da Química, bem como refletir sobre elas. Destacam-se, portanto, como autores dos textos presentes neste espaço os próprios docentes da Educação Básica, a quem a revista QNEsc se dirige.

De outra parte, em *Pesquisa em Ensino* são publicadas investigações sobre problemas no ensino de Química de acordo com trabalhos produzidos pela comunidade de *educadores químicos*. Segundo os editores, seus artigos buscam (ou deveriam) explicitar os seguintes aspectos: fundamentos teóricos, problema, questões e hipóteses de pesquisa, além dos procedimentos metodológicos adotados e uma análise crítica de seus resultados. Em vista disso, poderíamos afirmar que esta seção juntamente com *O Aluno em Foco* tratam-se de dois espaços da QNEsc voltados à divulgação científica (BUENO, 1985) da Educação Química. Estendemos a afirmação para *O Aluno em Foco*, uma vez que nesta também são publicados trabalhos referentes a resultados de pesquisas da área, especificamente investigações sobre concepções espontâneas dos estudantes. Assim, mostrando ao professor resultados acumulados de pesquisas sobre concepções dos alunos acerca

de conceitos da Química, esta seção visa sugerir formas alternativas do docente trabalhar estas ideias no processo de ensino-aprendizagem.

Se em *Atualidades em Química* podemos encontrar textos que tratam da evolução de alguns conceitos químicos, na seção *Conceitos Científicos em Destaque* temos artigos que visam discutir conceitos básicos da Química, procurando evidenciar sua relação com a estrutura conceitual da Ciência, seu desenvolvimento histórico e/ou as principais dificuldades e alternativas para o ensino. De acordo com Bejarano e Carvalho (2000), inclusive: “Os professores de Química, de posse dessas informações, podem inclusive perceber a desatualização dos conceitos veiculados, por exemplo, nos livros didáticos” (p. 165).

Embora eventualmente outras seções divulguem artigos sobre o tema (GONÇALVES, 2005), *Experimentação no Ensino de Química* é o espaço da QNEsc definido por seus editores para a “divulgação de experimentos que contribuam para o tratamento de conceitos químicos no Ensino Médio e Fundamental e que utilizem materiais de fácil aquisição, permitindo sua realização em qualquer das diversas condições das escolas brasileiras” (QNEsc on-line, acessada em janeiro de 2011). Ademais, seus artigos caracterizam-se por explicitar contribuições da atividade experimental que propõe para a aprendizagem de conceitos químicos, bem como por apresentar recomendações de segurança e de redução na produção de resíduos.

A seção *História da Química*, por sua vez, tem por propósito subsidiar o professor de Química com fatos e informações sobre a História da Ciência, particularmente a própria História da Química. Sobre a importância dos artigos desta seção ressaltam Bejarano e Carvalho (2000):

No Brasil, há uma orientação curricular para que os professores de Ciências, usem aspectos da História da Ciência em seus cursos. Os professores dizem que há poucos materiais disponíveis que possam auxiliá-lo no uso da História da Ciência. Os livros didáticos, no geral, não trazem História da Ciência em suas publicações. Portanto a iniciativa dessa revista com a publicação dessa seção, cumpre um papel muito importante (p. 166).

Em *Elemento Químico* são divulgadas informações científicas e tecnológicas sobre as diferentes formas sob as quais os elementos químicos se manifestam na natureza e seu papel na história da humanidade. Além disso, seus textos buscam trazer comentários

especiais sobre a importância do elemento químico a que se referem no contexto de nosso país.

E, por fim, descrevemos alguns aspectos de duas seções que não foram concebidas no projeto inicial da revista QNEsc, mas que foram incorporadas ao “desenho” da mesma ao longo de sua existência a partir de demandas identificadas pelo corpo editorial. São elas: *Educação em Química e Multimídia* e *Espaço Aberto*. Aquela passou a integrar o periódico a partir do seu sexto número, destinando-se a aproximar o professor das aplicações das tecnologias da informação e comunicação no contexto do ensino-aprendizado de Química, por meio da publicação de textos com resenhas de produtos e notas teóricas e técnicas. No número seguinte (n. 7), *Espaço Aberto* foi, por sua vez, a nova e última seção criada para a revista, a qual – como o próprio nome já indica – tem por objetivo apresentar artigos que focalizem aspectos e/ou temas não englobados por outras seções, mas que nem por isso deixam de se situar dentro da área de interesse dos educadores em Química. Para os editores: “Dessa maneira, não apenas incorporamos a diversidade temática existente hoje na pesquisa e na prática pedagógica da área de ensino de química, mas também ampliamos as discussões sobre temas educacionais relevantes e desenvolvemos a interface com a pesquisa educacional mais geral” (Editorial, QNEsc, n.7, 1998, p. 2).

Atualmente, Química Nova na Escola está sob a responsabilidade editorial de três editores nacionais, um conselho constituído por 13 pesquisadores do Brasil e do exterior e um assistente editorial. Em especial, durante os primeiros anos de existência do periódico, integrantes do corpo editorial foram os principais responsáveis pela produção de artigos publicados, sendo, portanto, significativamente maior a autoria dos mesmos em relação a outros colaboradores. Porém, com a crescente submissão de trabalhos por colaboradores espontâneos, essa situação começou a se inverter (Editorial, QNEsc, n.15, 2002). Além disso, o expressivo aumento de artigos submetidos possibilitou a publicação de dois fascículos a mais por ano, resultantes da mudança na periodicidade da revista (semestral para trimestral). Conforme Gonçalves (2005), “Apesar desse número ser expressivo [de artigos submetidos por colaboradores espontâneos], a quantidade de textos recebida pelas diferentes seções varia bastante, o que parece influenciar no volume de divulgações em cada seção” (p. 52-53).

Como parte de um dos projetos, que mencionamos anteriormente, elaborado pela Divisão de Ensino da SBQ em colaboração com os editores e conselho editorial da QNEsc, entre outros profissionais, em

2001, a revista lançou – além dos números publicados anualmente – quatro edições especiais denominadas de *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. São eles: Química Ambiental (n.1), Novos Materiais (n.2), Química de Fármacos (n.3) e Estrutura da Matéria: uma visão molecular (n.4).

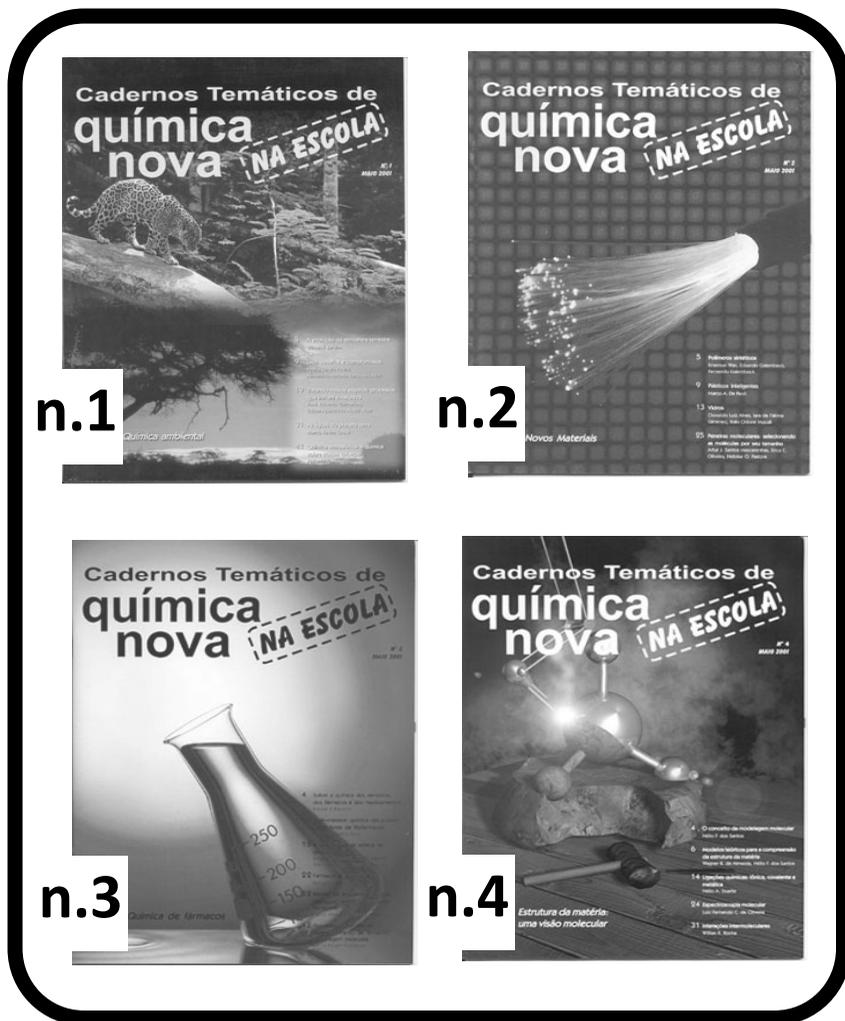


Figura 6. Capas dos quatro primeiros Cadernos Temáticos de QNEsc: Química Ambiental, Novos Materiais, Química dos Fármacos e Estrutura da Matéria, uma visão molecular.

De acordo com os editores, conselho editorial e editores convidados, este material teve como objetivo apresentar textos que possibilitem a *atualização* de professores da Educação Básica em relação a alguns temas/assuntos considerados relevantes na atualidade, e que possam, igualmente, auxiliar em cursos de formação inicial de professores de Química. Neste sentido, afirmam eles:

Ao escrever esses 4 primeiros Cadernos Temáticos, as várias equipes tiveram em mente produzir um texto em nível universitário [...]. O objetivo dos Cadernos é, portanto, contribuir para a formação inicial e continuada dos professores e não sugerir formas de abordar esses temas nas salas de aula do ensino fundamental e médio. **Ao contrário de muitos textos publicados em Química Nova na Escola, que podem ser diretamente usados com os alunos da Escola Básica, os textos publicados nos Cadernos Temáticos não foram concebidos para essa função, mas para atualizar e fornecer subsídios ao professor e ao futuro professor quando da abordagem desses temas em suas salas de aula** (Editorial, Cadernos Temáticos de QNEsc, n.1, 2001, p.2, *grifo nosso*).

No que tange à escolha dos “temas” que norteiam cada um dos cadernos, segundo os editores, **buscou-se contemplar assuntos que auxiliam o professor a realizar uma abordagem contextualizada e atualizada da Química**. Isto à exceção de Estrutura da Matéria, cuja decisão de enfocar foi motivada pela “dificuldade que o tema representa para a maioria dos alunos e professores do ensino médio e pela existência de várias lacunas e problemas conceituais na maioria dos livros didáticos de química destinados ao ensino médio” (Editorial, Cadernos Temáticos de QNEsc, n.1, 2001, p.2).

Outro aspecto relevante que perpassa o propósito de oferta destes materiais diz respeito à falta de bibliografia em nosso idioma para o trabalho com temáticas atuais, como aquelas tratadas pelos Cadernos. Segundos os editores:

A idéia de produzir Cadernos Temáticos abordando temas atuais da química surgiu a partir da constatação de que **os professores e professoras de química, que atuam nos níveis de ensino fundamental e médio, têm dificuldade em encontrar bibliografia em**

língua portuguesa sobre esses assuntos, que seja ao mesmo tempo rigorosa, atualizada e acessível. Considerando que a Sociedade Brasileira de Química conta, entre seus sócios, com profissionais da química altamente qualificados atuando na fronteira de áreas importantes e socialmente relevantes, a Divisão de Ensino da SBQ e os editores e conselho editorial de Química Nova na Escola entenderam que poderiam contribuir para preencher essa lacuna, **ao promover a articulação de grupos de trabalho formados por pesquisadores de ponta nas áreas escolhidas e membros da Divisão de Ensino, que por sua experiência na formação de professores pudessem contribuir para que os temas fossem tratados de forma acessível aos professores do ensino fundamental e médio** (Editorial, Cadernos Temáticos de QNEsc, n.1, 2001, p.2, *grifo nosso*).

Em vista disso, Schnetzler (2002) também caracteriza a publicação dos referidos cadernos como o início de um trabalho colaborativo e articulado entre pesquisadores de ensino de Química e de áreas de fronteiras em Química, “os pesquisadores químicos de ponta”, conforme expressão empregada pela autora. A publicação *a posterior* de outros novos três Cadernos Temáticos de QNEsc nos sugere, de fato, que os quatro primeiros foram apenas o início dessa articulação. São eles: Química, Vida e Ambiente (n.5), de novembro de 2003; Química Inorgânica e Medicina (n.6), de julho de 2005; e Representação Estrutural em Química (n.7), de novembro de 2007.

O objetivo do quinto Caderno Temático é complementar o de n.1, estabelecendo ligações com os artigos sobre Química Ambiental. Em razão disso, alguns editoriais da revista QNEsc, inclusive, referem-se a ele como “o Caderno de Química Ambiental II” (Editorial, QNEsc, n.21, 2005).



Figura 7. Capa dos Cadernos Temáticos de QNEsc: Química, Vida e Ambiente (n.5); Química Inorgânica e Medicina (n.6); e Representação Estrutural em Química (n.7).

O sexto Caderno Temático, por sua vez, foi publicado como uma forma de complementar o número dedicado à Química dos Fármacos, o qual se restringiu a compostos orgânicos. Neste sentido, em Química Inorgânica e Medicina, buscou-se apresentar contribuições e informações sobre o papel dos íons metálicos nos sistemas biológicos e sobre medicamentos à base de metais usados diariamente na clínica médica. Da parte do conselho editorial e editores convidados: “Assim, consideramos importante fornecer aos professores uma ampla perspectiva das várias possibilidades de intervenção da Química (orgânica e inorgânica) no planejamento e na compreensão do mecanismo de ação dos fármacos” (Editorial, Cadernos Temáticos de QNEsc, n. 6, 2005, p.2).

Quanto ao último Caderno Temático (n.7), os editores esclarecem que o mesmo teve por objetivo: **a)** subsidiar a formação inicial e continuada de professores e de químicos com um debate necessário sobre os modos de representação de ideias abstratas, como átomo, molécula, elétron etc.; **b)** explicitar as relações entre o desenvolvimento de modelos teóricos e o desenvolvimento de uma linguagem caracteristicamente química; **c)** propiciar uma compreensão da natureza e da gênese do pensamento químico de modo a evitar o risco dos professores se tornarem meros aplicadores de técnicas; e **d)** ampliar as contribuições dos estudos históricos e epistemológicos da Química, considerados constituintes de uma seara da maior importância a ser

inserida nos currículos dos cursos de Licenciatura e de Bacharelado (Editorial, Caderno Temático de QNEsc, n.7, 2007).

Na época em que foi lançado *Representação Estrutural em Química*, seus editores anunciaram a inclusão dos Cadernos Temáticos à linha editorial de QNEsc tendo em vista o sucesso dos mesmos no contexto brasileiro de formação inicial e continuada de professores de Química. Neste sentido, afirmaram:

A idéia inicial da publicação, que sinteticamente visa levar ao estudante de graduação e ao professor de Química em exercício temas da fronteira do conhecimento por meio de textos escritos por pesquisadores atuantes em áreas de interface, **mostrou-se acertada, na medida em que ela vem sendo extensamente utilizada em cursos de graduação e mesmo de pós-graduação**. Tal fato nos levou a incluir os Cadernos Temáticos regularmente na linha editorial de Química Nova na Escola, de modo que, **a partir de 2008, lançaremos um número, anualmente** (Editorial, Cadernos Temáticos de QNEsc, n.7, 2007, p. 2, *grifo nosso*).

Apesar disso, e sem excluir o sucesso da iniciativa, o lançamento de números anuais dos referidos materiais nunca chegou a se concretizar; não pelo menos até o final do ano de 2010.

Por fim, antes de passarmos à caracterização geral da revista italiana, da qual também nos propomos analisar alguns textos, destacamos outra ação do projeto mencionado acima, qual seja: a produção de vídeos (Programas de TV QNEsc) sobre as temáticas dos Cadernos para, agora sim, serem utilizados como material didático pelos professores. Uma iniciativa que, somada a todas as outras que expomos anteriormente, só reforça o que Gonçalves (2005) chamou de marca da QNEsc: “o seu compromisso com a formação de professores” (p. 9).

3.1.2 Características gerais da revista *Green: la scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente*



Figura 8. Capa do n.1 da revista *Green: la scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente* (Green), publicado em novembro de 2006.

O reconhecimento entre os químicos da necessidade da área investigar e contribuir com respostas a determinados problemas ambientais tem levado a um aumento, nos últimos tempos, das produções científicas e das aplicações industriais em torno da Química Verde/Sustentável (QV), consolidando-a como um novo *approach* da Química em relação à tutela do ambiente, conforme discutimos nos capítulos precedentes. Neste sentido, nos últimos anos tem crescido a difusão (BUENO, 1985) dessas produções, por exemplo, através de revistas e periódicos científicos⁴⁰. No âmbito das publicações internacionais, uma experiência singular e muito interessante ocorre na Itália por meio da revista *Green: la scienza a servizio dell'uomo e*

⁴⁰Com destaque para os periódicos *Green Chem.* (RCS), *Green Chemistry Letters and Reviews* (Institute for Green Chemistry, MA/USA), *J. Chem. Education* (ACS) e os compêndios da *ACS Symp. Series* (ACS).

*dell'ambiente*⁴¹ (Green), editada por um consórcio de universidades denominado Consórcio Interuniversitário Química para o Ambiente (INCA)⁴².

Esta associação (sem fins lucrativos) responsável pela criação e manutenção da Green surgiu, em 1993, quando cinco universidades italianas – Veneza (Ca 'Foscari), Lecce, Milan (Politécnico), Florença e Viterbo (Tuscia) – assinaram o ato constitutivo da mesma, com o propósito de se unirem na coordenação de pesquisas e de cursos de formação no âmbito da “Química para tutela ambiental”. Um ano depois, o INCA veio, inclusive, a ser reconhecido como pessoa jurídica pelo então denominado Ministério da Universidade e Pesquisa Científica e Tecnológica (MURST) do governo italiano.

Embora originalmente tenha sido concebido como uma instituição voltada ao contexto nacional, em 17 anos de existência o consórcio expandiu suas ações para além do território italiano, pelo que hoje atua e é reconhecido internacionalmente. Evidência disto são as inúmeras colaborações com universidades estrangeiras e com organizações não-governamentais, dentre elas, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD), a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO)⁴³ e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Além disso, no que tange ao seu crescimento em terras nacionais, atualmente, o INCA envolve cerca de trinta universidades, setenta centros/unidades de pesquisa e cinco laboratórios de excelência em toda a Itália.

Ainda sobre “quem é” o consórcio responsável pela revista Green, seus editores esclarecem na página da internet do periódico⁴⁴:

A fim de contribuir para o desenvolvimento sustentável, o INCA tem desenvolvido diversas

⁴¹ *Green*: a ciência a serviço do homem e do ambiente (tradução nossa). Detalhes em: <www.incaweb.org/green>. Na presente pesquisa, todas as frases e informações em língua italiana foram por nós traduzidas. Todos os artigos da Green aqui citados são encontrados na revista impressa. No endereço eletrônico da mesma são disponibilizados para leitura na íntegra todos os trabalhos publicados até o sétimo número da revista. A partir deste número, alguns artigos tem acesso restrito somente a assinantes da revista.

⁴² Ver: <www.inca.org>.

⁴³ As siglas que utilizamos entre parênteses, nestes três casos, são referentes ao nome em inglês destas organizações: *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) e *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO).

⁴⁴ Ver: <www.incaweb.org/green/editore.htm> acessado em janeiro de 2011.

atividades de formação, investigação e comunicação através dos quais busca promover a **difusão da ciência, especialmente da Química Verde/Sustentável**, para diferentes níveis da nossa sociedade: universidades, indústrias, legisladores, **escolas** e sociedade civil. Com tal fim, o INCA publica desde 2006 *Green. La Scienza al Servizio dell'Uomo e dell'ambiente* (Green on-line, *grifo nostro*).

Com seu primeiro número lançado em novembro de 2006, ao final do ano de 2010, a Green totalizou 21 números publicados. Para tanto, em sua editoração, a revista contou com o trabalho de um diretor, um Conselho Científico formado por quatro professores e pesquisadores de universidades italianas, um diretor responsável e um conselho de redação constituído por profissionais da área da Química e do Jornalismo. Todavia, já para 2011, o corpo editorial anunciou modificações na formação do Conselho Científico dado o início da colaboração da Sociedade Química Italiana (SCI) na realização da Green a partir do referido ano.

Conforme constante no primeiro Editorial do periódico, o mesmo foi concebido para se dirigir, sobretudo, a alunos das Escolas pré-universitárias⁴⁵ italianas e do primeiro ano do curso de Química (Ensino Superior). Entretanto, ainda neste texto, *La redazione* estabelece o direcionamento da revista também para os professores de Química dos referidos estudantes. Um aspecto que é reforçado no Editorial do n.3, no qual o diretor Pietro Tundo⁴⁶ afirma o intuito da Green em se estabelecer como um “suporte” ao trabalho docente, no sentido de ser um instrumento para o “aprofundamento da base científica” também dos professores em relação ao que a C&T tem desenvolvido recentemente para “solução” e/ou prevenção de danos ambientais.

Em vista disso, inicialmente, a Green foi distribuída gratuitamente a quase todas as Escolas italianas. Todavia, posteriormente essa distribuição acabou se restringindo aos Institutos Profissionais, através de apoio governamental (MARQUES, DREWS, 2010, *submetido*). Uma versão eletrônica – equivalente à versão

⁴⁵“Escolas pré-universitárias” (doravante Escolas) termo usado como sinônimo para as diferentes modalidades de Ensino Médio, inclusive o ensino técnico e o profissionalizante.

⁴⁶O professor universitário e pesquisador em Química Verde, Pietro Tundo, é considerado um dos idealizadores da revista, conforme explicitado no Editorial do primeiro número da mesma (Editorial, Green, n.1, 2006, p. 2).

impresa – foi também disponibilizada gratuitamente, na íntegra, no sítio eletrônico da revista. Porém, a partir do sétimo número, alguns artigos passaram a ser disponibilizados apenas aos assinantes. Acreditamos que ambos os casos refletem dificuldades financeiras do INCA para manter a circulação gratuita de Green.

Sua periodicidade inicial era mensal. Contudo, percebemos certa irregularidade em sua publicação, variando de mensal a trimestral até o final de 2008 e com períodos mais longos de interrupção a partir de 2009, conforme representado no Quadro 2 a seguir:

Ano\ mês	jan	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
2006											n. 1	n. 2	
2007	n. 3	n. 4	n. 5	n. 6	n. 7			n. 8	n. 9	n. 10			
2008	n. 11	n. 12	n. 13		n. 14	n. 15		n. 16					
2009									n. 17	n. 18			
2010					n. 19			n. 20				n. 21	

Quadro 2. “Periodicidade” da revista Green.

Como podemos observar, em 2009, houve uma interrupção de nove meses na publicação da revista, sendo que somente dois números foram lançados no referido ano. E, em 2010, apenas três foram publicados e com intervalos de tempo diferenciados entre um e outro. Não conhecemos os motivos para essas interrupções, mas, em entrevista realizada por MARQUES (2010, *submetido*), os editores sinalizaram a existência de dificuldades no sítio web da revista associadas ainda a possíveis cortes orçamentários governamentais no setor de pesquisa e inovação científica na Itália (MARQUES, DREWS, 2010, *submetido*).

Vinculados aos propósitos do próprio INCA, os objetivos gerais da revista são: **a)** apresentar as diferentes interações existentes entre a Ciência e as demandas da Sociedade, em termos econômicos, sociais e éticos; e **b)** promover a difusão e a formação de uma “cultura científica” que possibilite o exercício da cidadania e a tomada de decisões em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico para tutela ambiental. Tais objetivos foram declarados pelo diretor Pietro Tundo no Editorial do terceiro número da revista, publicado em janeiro de 2007, sendo ressaltados igualmente em outros Editoriais.

Por conseguinte, um de seus objetivos específicos – conforme constante na página principal do sítio web do periódico – é dar

informações e realizar discussões aprofundadas sobre as seguintes temáticas/assuntos: proteção do ambiente; poluição; energia e fontes renováveis; alimentação; Química Verde; eliminação e reciclagem de resíduos; e o impacto da pesquisa científica e tecnológica sobre produtos e consumo energético. Informações e discussões estas realizadas a partir de artigos escritos por “acadêmicos” e “cientistas especializados”. Além disso, outros objetivos específicos explicitados em Editoriais são: publicar ideias e experiências de estudantes e professores quanto ao ensino de Química, em especial, ligados a QV (Editorial, Green, n. 1, 2006, p. 2); e servir de material de apoio para as aulas de Ciências/Química (Editorial, Green, n. 3, 2007, p. 2).

Todavia, já no primeiro número da Green, *La redazione* reconhece a existência de duas motivações peculiares para criação e publicação da revista. Uma está ligada ao reconhecimento do escasso interesse dos jovens italianos por cursos universitários e carreiras profissionais do campo científico e tecnológico (como Química, Física e Matemática, dentre outras). E outra, à imagem pública “negativa” associada à Química/Ciência, especialmente a partir da segunda metade dos anos 1900, em razão dos malefícios/desvantagens para a qualidade de vida do homem e para o ambiente, decorrentes do desenvolvimento industrial desenfreado daquele século (Editorial, Green, n. 1, 2006, p. 2).

Sobre a falta de cientistas na Europa, em meados de 2007, os ministros da Ciência dos vinte e sete Estados-membros da União Europeia (UE) declararam, em reunião realizada em Lisboa (Portugal), a carência de quase meio milhão de profissionais qualificados para o desenvolvimento de pesquisas nas diferentes áreas científicas e da Tecnologia. Esse número foi estimado tendo em vista a proporção de investigadores por mil trabalhadores na UE (5) em comparação com dados equivalentes dos Estados Unidos (9) e Japão (10) – grandes economias que competem com a do bloco dos países europeus. Como formas de superar tal déficit e seguindo propostas já encaminhadas na esfera de governo de alguns Estados-membros, os ministros propuseram à época: **1)** a flexibilização das políticas de imigração para atrair para o espaço europeu jovens cientistas sem condições de trabalho em seus respectivos países; e **2)** a valorização e o financiamento governamental de iniciativas para atrair jovens europeus para as áreas científicas, inclusive, mulheres⁴⁷. É no âmbito desta última proposta que entendemos ser possível “enquadrar” a revista Green.

⁴⁷Os detalhes da reunião dos ministros da Ciência da UE e as declarações resultantes da mesma foram divulgadas em diferentes veículos da imprensa europeia, na época,

Assim, acrescentam-se outros dois objetivos específicos deste periódico, os quais são: incentivar os estudantes das Escolas italianas a se interessarem mais pelos estudos das disciplinas científicas, especialmente a Química; e promover, obviamente, a propagação de uma imagem menos depreciativa da Química em relação aos problemas do ambiente. Aquele propósito, aliás, encontra-se explicitado no Editorial da revista de n.1, de acordo com o qual, a Itália não apenas necessita de mais “químicos, tecnólogos, matemáticos, físicos, engenheiros, assim como de profissionais para proteção ambiental mais atualizados, de pesquisadores sensíveis às novas emergências planetárias” (Editorial, Green, n.1, 2006, p. 2).

Do ponto de vista de sua estrutura interna, a revista Green já apresentou sete seções desde seu lançamento: *DOSSIER, Dalle Scuole, Progetti & Invenzioni, Obiettivo Green, Intervista, Quiz e Futuro & Futuribile*. Porém, em nenhum dos Editoriais (ou até mesmo no sítio web) são claramente expressos os objetivos pertinentes às produções textuais publicadas em cada um destes espaços, apesar de que o título de algumas seções já permitirem pressupor seus intentos. De outra parte, considerando que já realizamos uma *pré-análise* dos textos deste periódico -em trabalho realizado por Marques e Drews (2010, *submetido*) -, isto então nos permite inferir alguns pontos relacionados às suas seções internas, que a seguir apresentaremos.

Progetti & Invenzioni, Obiettivo Green e Intervista parecem constituir, juntamente com *Futuro & Futuribile*, espaços da revista destinados exclusivamente ao jornalismo científico (ALBAGLI, 1996), ou seja, à comunicação de informações científicas e tecnológicas atualizadas ao público leigo ou não-especialista, no caso, professores e alunos das Escolas pré-universitárias italianas. Isso porque seus textos tratam, respectivamente, de notícias⁴⁸ de projetos e produtos desenvolvidos em centros de pesquisa e universidades da Itália (relacionados à salvaguarda do ambiente e à QV); notícias de iniciativas estatais e da União Europeia quanto ao fomento de pesquisas científicas para prevenção ou remediação de danos ambientais, e ainda quanto à

especialmente portuguesa. Dentre estes, a página de notícias do Alto Comissariado para a Imigração e Diálogo Intercultural (ACIDI), de Portugal, disponível na internet no seguinte endereço: <www.acidi.gov.pt/noticias/visualizar-noticia/4cdbf71804b47/a-europa-precisa-de-mais-500-mil-cientistas>. Acessado em novembro de 2009.

⁴⁸Utilizamos o termo “notícias” tendo em vista os subtítulos, em italiano, das referidas seções: *Notizie dal mondo* (até o n. 11) e *Le news di Green* (a partir do n. 12), em *Futuro & Futuribile*; *Notizie dall'Italia*, em *Progetti & Invenzioni*; e *Notizie da Bruxelles*, subtítulo da seção *Obiettivo Green*.

legislação ambiental; e entrevistas com personalidades do campo científico (por exemplo, ganhadores de Prêmios Nobel de Química) ou governamental. *Futuro & Futuribile*, por sua vez, até o n.11 de Green somente apresentava notícias internacionais sobre a pesquisa científica e tecnológica com ênfase na QV e tutela do ambiente; mas a partir do n.12, também passou a publicar informações de investigações nacionais (da Itália).

Outros aspectos que parecem ressaltar o que chamaríamos de “caráter fortemente jornalístico” destas seções estão relacionados à responsabilidade editorial e à colaboração da *Rete Informativa Scienza e Tecnologia* (RISeT) na produção de seus textos. Uma rede gerenciada pelo *Ministero degli Affari Esteri* (Ministério das Relações Exteriores) da Itália, que permite distribuir a instituições de pesquisa, universidades, empresas, consórcios, centros de estudos, governo, autoridades locais, associações e outros interessados, informações científicas e tecnológicas coletadas pelo elevado valor agregado ao trabalho de cientistas e tecnólogos italianos⁴⁹. Na função de selecionar e editar estas informações que integrarão *Futuro & Futuribile*, *Obiettivo Green* e *Progetti & Invenzioni* estão duas integrantes do conselho de redação da Green e um colaborador internacional do INCA.

De outra parte, temos ainda que a forma de apresentação visual destas notícias tem uma diagramação que se assemelha a de um texto de jornal disposto em colunas (Figura 9), o que não ocorre com as demais publicações da revista.

⁴⁹Mais informações no site: <www.unife.it/ricerca/finanziamenti-gestione/ricerca-internazionale/riset/rete-informativa-scienza-e-tecnologia-riset>.



Figura 9. Projeto gráfico das seções *Futuro & Futuribile*, *Obiettivo Green* e *Progetti & Invenzioni*.

Divulgar as “fascinantes descobertas” realizadas em centros de pesquisa e universidades (*Progetti & Invenzioni* e *Futuro & Futuribile*), e os planos estratégicos governamentais e a infra-estrutura financeira que articula as políticas de desenvolvimento científico e tecnológico na Itália e na UE (*Obiettivo Green*); assim como, veicular a “voz” e as experiências profissionais de pessoas reconhecidas, mundialmente, no “mundo científico e tecnológico” (*Intervista*) nos parece uma maneira razoável de tentar atrair os estudantes italianos para este “mundo”. Entretanto, discorrer sobre tal suposição não é o escopo do nosso trabalho.

Conforme o próprio nome pressupõe, em *DOSSIER*⁵⁰ estão editados textos, elaborados por professores universitários, que se caracterizam por apresentar uma série de informações, dados e conhecimentos acerca de uma determinada temática atual ligada à Ciência e à Tecnologia. Em vista disso, pareceu-nos que os artigos desta seção poderiam apresentar certa similaridade com os de *Química e Sociedade* da revista Química Nova na Escola e alguns dos seus *Cadernos Temáticos*, quanto à discussão de aspectos importantes da interface entre a Química e a Sociedade, e quanto ao “nível

⁵⁰ *Dossier* é o termo em inglês para Dossiê (português), o qual significa uma coleção de documentos relativos a um processo, a um indivíduo e, por extensão, a qualquer assunto. Um dossiê técnico, por exemplo, engloba diversos aspectos relacionados a um produto ou processo de uma forma profunda. Neste caso, seu conteúdo envolveria questões relacionadas à tecnologia empregada, matéria-prima utilizada, normas de segurança, entre outros aspectos.

universitário” e ao fornecimento de subsídios teóricos para os professores das escolas quando da abordagem dos “temas” em sala de aula. Porém, diferentemente dos artigos da seção da QNEsc a que nos referimos, os textos de DOSSIER não tem por objetivo realizar apontamentos quanto às dificuldades para o ensino de Química no que tangem às temáticas/assuntos por eles abordados.

Já em *Dalle Scuole* encontramos publicadas produções textuais de alunos e/ou professores das Escolas pré-universitárias, relatando atividades desenvolvidas por eles no contexto de sala de aula, as quais apontam para o ensino-aprendizagem de questões ambientais e/ou de conteúdos de QV. Da mesma forma que vislumbramos possíveis similitudes entre as seções DOSSIER (Green) e *Química e Sociedade* (QNEsc) e com os Cadernos Temáticos, igualmente o fazemos para os artigos de *Dalle Scuole* (Green) em relação aos publicados na seção *Relatos de sala de aula* da revista brasileira (QNEsc). Isto porque ambos os casos parecem compartilhar do objetivo de divulgar e socializar experiências vivenciadas por professores de Química, respectivamente, no contexto das Escolas pré-universitárias italianas e das escolas de Educação Básica do Brasil. Uma das diferenças, entretanto, diz respeito à especificidade destas experiências, que no caso dos docentes da Itália estão relacionadas ao ensino-aprendizagem de questões/problemas ambientais e/ou de conteúdos de QV.

Por fim, *Quiz* trata-se de uma seção onde encontramos publicados jogos de perguntas e respostas sobre conhecimentos básicos de Química, envolvendo, especialmente, conceitos, teorias e modelos sobre a estrutura da matéria.

Fato interessante, todavia, é que das sete seções que descrevemos e interpretamos acima, apenas *Futuro & Futuribile* está presente nos 21 números da revista Green. Quanto às demais, observamos certa aleatoriedade em suas publicações, e até mesmo a extinção das mesmas (*DOSSIER*, *Dalle scuole*, *Progetti & Invenzioni*, *Obiettivo Green*, *Quiz* à exceção de *Intervista*) a partir do décimo quarto número, conforme sintetizado na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1. Distribuição das seções nos números da revista Green.

seção/nº	<i>DOSSIER</i>	<i>Progetti & Invenzioni</i>	<i>Obiettivo Green</i>	<i>Dalle scuole</i>	<i>Futuro & Futuribile</i>	<i>Intervista</i>	<i>Quiz</i>
1	X	X			X		
2	X	X			X		X
3	X	X	X		X		X
4	X	X	X		X		X
5	X	X	X	X	X	X	X
6	X	X	X		X		
7	X	X	X		X		X
8	X	X		X	X	X	
9		X	X	X	X		
10	X	X		X	X	X	
11		X			X	X	
12	X				X	X	
13	X				X	X	
14 (edição especial)					X		
15					X		
16					X	X	
17					X		
18					X		
19					X	X	
20					X	X	
21					X		

A partir do n. 14 – à exceção dos textos referentes a “notícias” internacionais e nacionais (da Itália) sobre pesquisas e produtos/tecnologias desenvolvidas em QV, e a entrevistas realizadas pela Green – todos os artigos passaram a ser publicados na revista independentemente ou sem remissão a alguma seção. Desde o primeiro número da Green observamos a existência do que poderíamos chamar de “publicações soltas na revista”, caracterizando sua organização interna. Entretanto, do quadragésimo quarto número em diante, este passa a ser o padrão do periódico, pelo que observamos um total de 56 artigos publicados do n.1 a 18 sem remissão a uma seção específica.

De outra parte, consideramos relevante destacar todas estas características e aspectos gerais de Green dadas suas implicações para nossa pesquisa, especialmente no que tange à dificuldade de seleção dos textos sobre os quais empenhamos nossa investigação para descrição e

interpretação das principais características sobre a abordagem de problemas ambientais. O que detalhamos nos próximos itens.

3.2 JUSTIFICANDO A ESCOLHA DAS REVISTAS E SIGNIFICANDO A ANÁLISE DE SEUS TEXTOS

“[...] a vida de um texto reside na sua interação com outro texto – contexto –, na sua difusão. É um contato essencialmente dialógico, pois se dá entre sujeitos e não entre coisas” (GONÇALVES, 2005, p. 63).

Conforme exposto desde a Introdução deste trabalho, o material empírico de nossa investigação é constituído por artigos das revistas *Química Nova na Escola* (QNEsc) e *Green: la scienza al servizio dell'uomo e dell'ambiente* (Green), ambas dirigidas a professores de Química da Educação Básica, respectivamente, do Brasil e da Itália.

Justificamos *a priori* a escolha destes dois periódicos pelo fato de ambos publicarem textos com temáticas/assuntos atuais envolvendo, por exemplo, aspectos das interações entre a Ciência/Química e a Sociedade e suas *implicações ambientais*, com vistas a informar e formar os referidos professores, e, por ora, servir como material de apoio às práticas pedagógicas destes. Conforme apresentamos anteriormente, embora o objetivo da QNEsc não se restrinja à abordagem de implicações ambientais da Ciência e Tecnologia, existe uma seção específica para publicação de textos que abordam assuntos sobre a relação Química e Sociedade – que, inclusive, dá nome à seção. Além disso, nos anos de 2001 e 2004, foram publicados dois *Cadernos Temáticos* envolvendo, especificamente, conhecimentos e “temas” da Química Ambiental. A revista Green, por sua vez, é mais específica quanto a isso, conforme seu próprio título pressupõe: “*Green: a Ciência a serviço do homem e do ambiente*” (tradução nossa). Ou seja, ela visa abordar explicitamente aspectos relativos à prevenção de danos ambientais por meio da Química Verde/Sustentável, sendo, neste sentido, concebida como uma iniciativa pioneira e ainda única em termos mundiais de acordo com seus editores (Editorial, Green, n.3, 2007). Um pioneirismo e uma exclusividade que nos pareceu se confirmar quando da realização de uma pesquisa genérica por sítios da internet em busca de outros periódicos internacionais que envolvessem a publicação de artigos sobre temáticas ambientais relacionadas à QV e

que fossem destinados a professores de níveis básicos da educação. Desta forma, dois aspectos “acadêmicos” que justificaram a seleção da revista Green junto à QNEsc para realização da presente pesquisa foram a prerrogativa de pioneirismo, bem como, a especificidade das temáticas abordadas pela mesma.

Partimos do pressuposto que textos, como os publicados nas revistas QNEsc e Green, podem contribuir, em certa medida, para inserção e articulação da problemática ambiental em iniciativas didático-metodológicas do ensino de Química da Educação Básica nacional, almejando-se superar lacunas relativas, por exemplo: à falta de material de apoio para o trabalho com abordagens temáticas sobre questões/problemas ambientais, à superficialidade científica na abordagem, e ao desconhecimento dos professores quanto a conhecimentos contemporâneos, tais como, Química Ambiental e Química Verde. Assim como igualmente pressupomos que a análise destes artigos pode contribuir para ampliar o papel do professor e sua formação (inicial e continuada) na compreensão e no uso crítico e transformador do conteúdo destes textos, no contexto das salas de aula de Química do país.

Embora tenhamos plena ciência do fato que Green se dirige, sobretudo, a professores da Educação Básica *italiana*, acreditamos que a peculiaridade de seus artigos pode, sim, apontar para contribuições ao ensino de Química que extropolam a península itálica. Ainda mais quando se tem em vista uma contemporaneidade caracterizada pela globalização e, por conseguinte, pela fluência de informações/mensagens entre diferentes países do mundo. Possibilidade que, todavia, demanda *a priori* a realização de investigações, por exemplo, acerca do conteúdo dos textos publicados em Green, dentre outros.

Entendemos que aqueles pressupostos estão relacionados com as questões de fundo de nosso trabalho, quais sejam: o que produções intelectuais como as investigadas podem contribuir para formação e atuação docentes pautadas numa concepção Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS? Ou ainda: em que conteúdos de textos como os de QNEsc e Green podem contribuir para elaboração de práticas didático-metodológicas no ensino de Química, voltadas à formação de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais presentes no contexto em que vivem? Sem termos a pretensão de tratar de todos os aspectos imbricados nestas questões, é neste sentido que compreendemos a significação de nossa pesquisa no

que tange à análise do conteúdo de textos das revistas QNEsc e Green. Assim como, vislumbramos o caráter propositivo da mesma em trabalhos de médio e longo prazo voltados à elaboração e ao desenvolvimento de iniciativas didático-metodológicas que possam ser incorporadas ao planejamento do professor do Ensino Médio, ou até mesmo na formação inicial de licenciandos em Química e em cursos de formação continuada.

Como iniciativas da Divisão de Ensino da Sociedade Química Brasileira (SBQ) e do Consórcio Interuniversitário Química para o Ambiente (INCA) da Itália, respectivamente, os periódicos mencionados e suas produções textuais não têm autonomia em veicular o que quer que seja se não consideradas dentro de um contexto. Ou ainda, embora tenham potencialmente a capacidade de expressar e “imprimir” um dado significado à mensagem que veiculam, este está intimamente relacionado ao contexto em que estas comunicações se verificam. Com isso queremos afirmar que, no caso desta pesquisa, o contexto que estamos considerando é somente o da formação e atuação de professores de Química do Ensino Médio brasileiro, nas perspectivas Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS. Isto significa que o foco de nosso trabalho não está na avaliação ou “julgamento” das revistas Green e QNEsc e de seus textos em si, ou ainda dos possíveis discursos difundidos por seus editores e autores, respectivamente. Tampouco esperamos reconstruir as condições que coexistem e precedem a produção dos periódicos e seus artigos, para inferirmos e questionarmos os objetivos explícitos ou implícitos de suas mensagens. Nosso foco está na possível contribuição que determinadas características da mensagem propriamente dita destes materiais (o valor informacional, as palavras, os argumentos e ideias nela expressos) podem oferecer às práxis que defendemos nesta dissertação. Isto, mesmo diante da hipótese dos autores de artigos Green e QNEsc: **a)** não estarem necessariamente preocupados com os fins e as implicações educacionais de suas produções intelectuais; ou ainda, **b)** terem pretendido que estas cumprissem com outros objetivos formativos.

Em síntese, podemos dizer que este é o enfoque teórico e metodológico de nossa pesquisa, o qual, por sua vez, vincula-se ao nosso entendimento sobre o caráter social do texto, bem como, sobre o significado da leitura e os diversificados sentidos que esta permite construir a partir de um mesmo texto. Entendimentos que construímos, sobretudo, a partir de reflexões do educador químico Fábio P. Gonçalves (citado na abertura deste item do capítulo), que também

dedicou-se a investigar textos da revista QNEsc, embora com propósitos diversos dos nossos. Seu objetivo geral foi o de compreender, à luz de referenciais epistemológicos e pedagógicos, as características dos discursos sobre as atividades experimentais divulgadas na seção “Experimentação no Ensino de Química” da QNEsc.

Pautado em estudos da linguagem das correntes de Bakhtin e Vygotsky, o referido autor esclarece em sua Dissertação de Mestrado que:

o sentido do texto não tem dono. Os autores dos textos [...] não são os únicos responsáveis pelo sentido do texto, até porque isso apontaria para um dogmatismo. Por outro lado, o sentido atribuído pelo leitor – professores e pesquisador – também não é o verdadeiro. O sentido do texto se dá em uma interação entre autor e leitor (GONÇALVES, 2005, p. 66).

Em vista disso, temos que um texto pode conter muitos significados, sendo que, de acordo com Olabuenaga e Ispizúa (1989, p. 185 *apud* MORAES, 1999, paginação on-line):

- (a) **o sentido que o autor pretende expressar pode coincidir com o sentido percebido pelo leitor do mesmo;**
- (b) o sentido do texto poderá ser diferente de acordo com cada leitor;
- (c) um mesmo autor poderá emitir uma mensagem, sendo que diferentes leitores poderão captá-la com sentidos diferentes;
- (d) **um texto pode expressar um sentido do qual o próprio autor não esteja consciente (*grifo nosso*).**

Para Gonçalves (2005) esta questão de múltiplos significados de uma mensagem está associada ao caráter dialógico inerente à linguagem escrita ou falada, e que, portanto, igualmente se manifesta na leitura de um texto, considerada sempre como uma interpretação. Todavia, ainda de acordo com ele, outros dois aspectos também fundamentam a possibilidade de atribuição de vários sentidos à uma produção textual, para além daqueles almejados por seu autor. São eles: **1)** a consideração de que, como produtos sociais e humanos dirigidos de alguns sujeitos para outros, qualquer texto sempre é orientado por uma forma de ação e de pensar com dimensão social, ou seja, por um discurso inserido num

contexto ideológico; e 2) o fato que a compreensão de um texto possui intrinsecamente uma *função criadora* que pode ou não dar continuidade ao trabalho do primeiro autor, uma vez que cada sujeito sempre lê e, portanto, interpreta um texto a partir de um conjunto de conhecimentos, preconceitos e visões de mundo – inexistente neutralidade nesse processo.

Com isto podemos salientar que, além de um texto conter diversos significados, sempre é possível analisá-lo dentro de múltiplas possibilidades e perspectivas. “Não existem limites lógicos para delimitar o contexto da análise. Isto vai depender do pesquisador, da disciplina e dos objetivos propostos para a investigação, além da natureza dos materiais sob análise” (MORAES, 1999, paginação on-line). Neste sentido, entendemos que nossa leitura/interpretação dos artigos de Green e QNEsc torna-se possível devido às perspectivas teóricas que a orientam, as quais expusemos e discutimos nos primeiros capítulos deste trabalho. Conforme afirma Gonçalves (2005):

Os diferentes sentidos que um texto suscita se relacionam com as diferentes teorias do leitor, ainda que implícitas, já que ler é, em resumo, teorizar. Além disso, **as teorias do pesquisador não são estáticas**, ou seja, elas podem se modificar ao longo da análise, possibilitando apontar novos sentidos a partir de um mesmo texto (MORAES, 2003). [...] Portanto, **o estudo do texto pode contribuir para orientar a pesquisa em uma perspectiva dialógica, valorizando a dimensão social da construção do conhecimento. Reconhecer isso sinaliza para o pesquisador como um sujeito em processo de aprendizagem [...]. Nessa condição, podemos afirmar que o investigador é parte da situação de pesquisa, pois inexistente investigação neutra** (p. 67-68, *grifo nosso*).

O que nos propomos, portanto, é descrever e interpretar – a partir das interlocuções teóricas explicitadas anteriormente, relativas aos campos ambiental, educacional e científico – alguns dos sentidos que a leitura do manifesto ou explícito (MORAES, 2003) no conjunto de textos selecionados pode suscitar no que tange à abordagem de problemas ambientais. E, por conseguinte, no que tange às possíveis contribuições para formação e atuação de professores de Química nas perspectivas que defendemos.

Vale esclarecer que, diante do exposto, não negamos a influência exercida pelos valores e pela linguagem natural dos autores dos textos, bem como pela linguagem cultural e os seus significados, sobre os dados da investigação. É um aspecto do qual qualquer pesquisador não pode fugir (MORAES, 1999), especialmente, esta que vos escreve, tendo em vista que um dos periódicos que selecionamos é produzido e difundido em língua italiana, porque escrito, sobretudo, por professores universitários e cientistas da Itália.

De outra parte, finalizando a significação da análise, vale destacar que não entendemos nossa leitura dos textos de QNEsc e Green como única, mesmo dentro do contexto a que nos referimos anteriormente. “Ainda que, seguidamente, dentro de determinados grupos, possam ocorrer interpretações semelhantes, um texto **sempre** possibilita múltiplas significações” (MORAES, 2003, p. 193, *grifo nosso*). Além da leitura da pesquisadora desta dissertação, há, no mínimo, entre as leituras previstas, aquelas dos professores de Química de escolas da Educação Básica, dos licenciandos em Química e dos professores formadores destes. Sobre esta questão, novamente buscamos apoio nas reflexões de Gonçalves (2005), segundo o qual:

Esse é um dos motivos que tornam social o processo de construção de sentido para o texto, isto é, dependente dos interlocutores. Os professores leitores da QNEsc lêem os artigos [...] com seus conhecimentos a respeito do tema, e que influenciam na construção de sentido para o texto. Provavelmente, o conhecimento desses professores é diferente do conhecimento do pesquisador que toma os textos como objeto de estudo, o que poderá resultar em leituras diferenciadas dos artigos – não significa que seja melhor ou pior que a leitura do professor. [...] Portanto, um leitor com um conhecimento mais aprofundado pode ver no texto mais aspectos do que um leitor inexperiente, permitindo-o ainda não explicitar sentidos desautorizados pelo próprio autor (OLSON, 1997) (p. 65).

Do ponto de vista instrumental, são vários os materiais produzidos que quiçá poderiam contribuir para a implementação das práticas defendidas nesta dissertação. Todavia, além da justificativa que apresentamos inicialmente, outro fator determinante para escolha das revistas QNEsc e Green está ligado ao direcionamento das mesmas para

os profissionais do ensino de Química da Educação Básica – docentes brasileiros dos níveis Fundamental e Médio, e professores italianos das Escolas pré-universitárias, respectivamente. Apesar destes periódicos apresentarem naturezas distintas, a descrição que fizemos no item anterior deste trabalho nos dá clareza para afirmar que, em ambos, existe uma preocupação com a *forma* como são escritos, tendo-se em vista aqueles sujeitos.

No caso da revista Green, entendemos que esta preocupação é explicitamente declarada no Editorial do n.3 pelo diretor da mesma, o qual espera que o material se torne “acessível” tanto aos professores quanto aos estudantes:

A ciência da qual partimos, a Química e a Química Verde/Sustentável, parece muito difícil e talvez o seja por causa de sua complexidade e sua linguagem. Na verdade, o que é realmente difícil é traduzir esta matéria em palavras e em uma linguagem mais acessíveis, não apenas cientificamente, mas também do ponto de vista da divulgação e da comunicação [...]. acolheremos suas propostas para melhorar a revista e para adaptá-la melhor às necessidades expressas e também àquelas ainda não expressas do sistema escolar italiano; o fim, repetimos, é de torná-la mais científica, mais popular, mais aberta, mais interdisciplinar (Editorial, Green, n.3, 2007, p. 2).

E quanto à revista QNEsc, além das características gerais e dos trechos de alguns Editoriais que transcrevemos em momentos anteriores, a afirmação de Gonçalves (2005) também corrobora nosso argumento:

[...] se o público for os educadores do ensino médio e fundamental, a produção textual necessita ser escrita de uma outra forma, pois, pelo menos no Brasil, sabemos que esses profissionais, em geral, lêem pouco e têm dificuldades com a “linguagem” acadêmica – os motivos podem ser variados: falta de tempo, problemas para obter tais materiais, etc. Em síntese, os professores da escola ainda dialogam timidamente com conhecimento novo produzido através das pesquisas. Existe a necessidade desse conhecimento novo [...] ser submetido a um processo de transformação, de tal modo que o sujeito possa dialogar com interlocutores teóricos.

Raros são os meios de divulgação preocupados com esse aspecto; entre os quais certamente está a QNEsc (p. 58, grifo nosso).

Temos clareza que discutir o acesso e a apropriação de conhecimentos originalmente produzidos nas áreas da Química Ambiental e Química Verde (ou da Química, de modo geral), bem como da Educação Química é um processo complexo. A intenção, ao apontarmos para este aspecto, é chamar a atenção para iniciativas que buscam aproximar professores e produções científicas – como o caso das revistas QNEsc e Green. Mais uma vez, argumentamos no mesmo sentido que Gonçalves (2005):

Nosso argumento é que investir em meios de divulgação, como os periódicos para professores, pode contribuir para melhorar a prática docente, que amiúde tem se apoiado apenas no livro didático, reconhecidamente com carências profundas. E, ainda, que esse recurso seja aperfeiçoado; é imperativo que os docentes da educação básica tenham acesso a meios alternativos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Por isso, precisamos fomentar pesquisas acerca desses recursos. A investigação sobre os periódicos não parece uma prática freqüente, como tem sido a respeito do livro didático. Entretanto, **advogamos em favor dessa atividade, pois pode contribuir para formação de professores, bem como para a reflexão do uso crítico desses materiais (p. 59, grifo nosso).**

Assim, conforme já nos referimos em outros momentos, estamos cientes que nossa pesquisa não oferece contribuições aos processos de (re)orientação curricular pautados na concepção freireana de educação, porque não é voltada ao currículo. Contudo, entendemos que, a partir da análise do conteúdo dos textos das revistas em questão, podemos contribuir, de alguma forma, para formação e atuação pedagógica numa perspectiva Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS. E, de forma mais abrangente, para elaboração de práticas didático-metodológicas em Química ligadas à perspectiva freireana de educação, bem como da Química Verde e Ambiental no tratamento das questões ambientais no ensino da Química.

3.3 DA DEFINIÇÃO DO *CORPUS* DE INVESTIGAÇÃO E DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

Tendo em vista o problema de pesquisa exposto na Introdução deste trabalho, envolvendo a caracterização da abordagem de problemas/temáticas ambientais em textos das revistas QNEsc e Green, foram selecionados como base para esta investigação *todos* os artigos divulgados:

- na seção “Química e Sociedade” de QNEsc, desde o primeiro número (maio/1995) até o número 4 do volume 31 (novembro/2009);
- nos Cadernos Temáticos de números 1 e 5;
- na seção “DOSSIER” da revista italiana, desde o lançamento do primeiro número (novembro/2006) até o número 13 (abril e maio/2008) – a partir do qual a seção foi extinta; e
- em Green, independentemente de seções – as ditas “publicações soltas na revista” – desde o número 1 (novembro/2006) até o 18 (novembro/2009) do periódico em questão.

O critério que utilizamos para esta seleção prévia diz respeito à evidente possibilidade dos textos publicados nestas seções e nos referidos Cadernos Temáticos se constituírem em materiais para *atualização e fornecimento de subsídios teóricos ao professor e ao futuro professor de Química, quando do estudo de temas relacionados ao meio ambiente em suas salas de aula*. No caso da seção “Química e Sociedade” da revista brasileira, esta possibilidade nos pareceu evidenciada no objetivo que os artigos nela divulgados devem contemplar, de acordo com definição do conselho editorial. Qual seja: apresentar “**aspectos importantes da interface química/sociedade**, procurando sempre que possível analisar as maneiras como o conhecimento químico pode ser usado – bem como as limitações de seu uso – na solução de **problemas sociais** [...]” (Editorial, QNEsc, n.1, 1995, p.2, *grifo nosso*). Quanto aos Cadernos Temáticos n.1 e n.5, entendemos que esta possibilidade encontra-se expressa nos próprios editoriais, conforme apontamos anteriormente, e nos temas/assuntos que os mesmos se propõem a discutir: “Química Ambiental” (n.1) e “Química, Vida e Ambiente” (n.5). Já no caso da revista Green, vislumbramos aquela possibilidade nos artigos de “DOSSIER” dadas as similitudes com “Química e Sociedade” e Cadernos Temáticos da QNEsc, conforme já descrevemos em outra parte deste capítulo.

Além disso, no caso específico de Green, também decidimos selecionar todos os “artigos soltos” publicados do n.1 a 18, tendo em

vista, sobretudo, a organização interna “irregular” do periódico italiano. Descartá-los totalmente representaria descartar de nossa análise os próprios números 14 a 18 de Green, já que a partir destes apenas foram mantidas as seções “Futuro & Futuribile” e “Entrevista”.

Assim, por meio da Tabela 2 abaixo, especificamos este conjunto de 114 (cento e quatorze) textos a partir dos quais definimos e constituímos, portanto, o *corpus* da investigação (BARDIN, 1977), ou seja, o material empírico central da presente pesquisa.

Tabela 2. Dados numéricos dos artigos selecionados para investigação das revistas QNEsc e Green.

Revista	“Seção”	Nº de artigos
QNEsc (n.1 a vol. 31, n.4)	Química e Sociedade	38
	Caderno Temático n.1	5
	Caderno Temático n.5	4
Green (n.1 a 18)	DOSSIER	11
	“publicações soltas”	56

No contexto das pesquisas de áreas das Ciências Humanas, uma das formas possível (e aceitável) de “tratamento” de informações é a *Análise de Conteúdo*, a qual, de acordo com Bardin (1977, p. 31) poderia ser definida como

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Assim, além da natureza do material empírico do presente trabalho, justificamos nossa preferência por esta metodologia analítica – conforme definição dada por Bardin (1977) – tendo em vista sua pertinência para alcance de objetivos específicos da pesquisa, quais sejam: a identificação e a descrição de características do conteúdo de textos de QNEsc e Green; e, a partir destas, a interpretação de possíveis contribuições para formação e atuação de professores de Química nas

perspectivas Crítico-Transformadora da EA e/ou Crítica do enfoque CTS.

Segundo Moraes (1999), a Análise de Conteúdo pode ser “usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos”, ajudando a “reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum”. Todavia, mesmo que pautadas sob este propósito comum, diferentes propostas podem ser encontradas na literatura acerca do processo de Análise de Conteúdo em si. Ou seja, sobre os procedimentos – sistemáticos e objetivos – a que se refere a autora *supracitada*. E cientes disso, neste trabalho, optamos em utilizar a proposta delineada por Bardin (1977), para a qual o trabalho analítico é concebido em três momentos: **1)** o de *pré-análise*; **2)** o de *exploração do material*; e **3)** o de *tratamento dos resultados*.

Para a autora, o momento de pré-análise consiste em identificar a amostra de informações a ser analisada e codificar os materiais para que cada elemento da amostra possa ser rapidamente identificado pelo pesquisador, caracterizando-se, portanto, como uma etapa de organização do material que constituirá o *corpus* da pesquisa. Assim, no caso desta dissertação, a pré-análise envolveu, primeiramente, o trabalho de “leitura flutuante” do conjunto de 114 (cento e quatorze) textos especificados na Tabela 2 acima.

Ante a “leitura flutuante”, então, pudemos aprimorar a constituição do *corpus* de análise da investigação, eliminando artigos que, embora tratassem de temas/assuntos atuais referentes à Ciência/Química e à Tecnologia, **não focassem** no estudo de temáticas **explicitamente** relacionadas ao meio ambiente, por exemplo, de implicações ambientais⁵¹ da C&T, ou ainda de problemas ambientais locais, regionais ou globais. Isto é, selecionando textos cujo foco principal de suas mensagens fosse expressamente o estudo de assuntos, questões ou aspectos relacionados a problemáticas ambientais. A partir deste critério, portanto, efetuamos um novo recorte entre os textos previamente selecionados, do que obtivemos a seguinte amostragem, representada na Tabela 3 a seguir:

⁵¹ Utilizamos o termo “implicações ambientais” não apenas no sentido de resultados prejudiciais do desenvolvimento da C&T à natureza e à saúde humana; mas igualmente no que se refere às contribuições que as atividades científicas e tecnológicas podem trazer para o controle, o tratamento e a prevenção de determinados problemas ambientais.

Tabela 3. Amostragem dos artigos selecionados para exploração das mensagens.

Revista	“Seção”	Nº de artigos
QNEsc (n.1 a vol. 31, n.4)	Química e Sociedade	15
	Caderno Temático n.1	5
	Caderno Temático n.5	4
Green (n.1 a 18)	DOSSIER	9
	“publicações soltas”	15

Aspecto importante a se destacar diz respeito a dificuldades encontradas neste processo de escolha no que tange aos artigos, de ambas revistas, tratando de temas/assuntos sobre saúde humana. Numa visão socioambiental (CARVALHO, 2008) ou numa representação globalizante de meio ambiente (REIGOTA, 1997), temos que diferentes problemas relacionados à saúde humana também podem ser adjetivados de *ambientais*. Segundo Reigota (1997), por exemplo, quando se tem em vista uma concepção mais abrangente de meio ambiente, o uso de drogas e o alcoolismo podem se caracterizar em problemas dos seres humanos integrados em seu meio tal como a contaminação de rios por resíduos domésticos ou industriais e a ocupação desordenada do espaço em centros urbanos. Entretanto, na maioria dos artigos referentes a temas/assuntos relacionados à saúde humana observamos que não há o estabelecimento, por parte dos autores, de qualquer relação neste sentido. Não se trata apenas dos autores não usarem os adjetivos “ambiental” ou “natural”, ou ainda os termos “meio ambiente” e “natureza” em seus textos sobre saúde humana; mas de não apontarem para qualquer relação entre os aspectos, problemas ou questões - por eles abordados - e o ambiente no qual os seres humanos estão integrados ou interagindo. Em vista disso e dado o critério que estabelecemos previamente, optamos em não selecionar para análise propriamente dita artigos que assim se configurassem.

A partir desta pré-análise, por conseguinte, separamos um conjunto de 48 (quarenta e oito) textos (ANEXO), cujo momento analítico sequencial envolveu sua exploração (BARDIN, 1977). Ou seja, devidamente preparado, o material obtido foi submetido ao segundo momento da Análise de Conteúdo. De acordo com Bardin (1977), a primeira etapa deste momento envolve a *codificação*, na qual são feitos

os recortes em “unidades de contexto” e/ou “unidades de registro”; e a *categorização*, que representa a passagem das informações brutas a informações organizadas. A “unidade de registro” – também denominada por Moraes (1999) “unidade de análise” ou, ainda, “unidade de significado” – é o elemento unitário de conteúdo a ser submetido posteriormente à classificação” ou categorização, podendo ser tanto as palavras, frases, temas⁵² ou mesmo os documentos em sua forma integral (BARDIN, 1977).

Assumindo essas considerações, realizamos novamente uma leitura breve dos artigos selecionados e, a seguir, uma releitura mais apurada para a extração das unidades de registro, definidas a partir de temas pertinentes aos objetivos da pesquisa. Ou ainda, constituídas por elementos considerados relevantes e imbricados no estudo de problemáticas ambientais, e que se tornaram presentes quando da análise exploratória dos artigos.

Uma vez isoladas do texto, essas unidades de registro foram enumeradas e classificadas em categorias. Neste trabalho, o processo de categorização consistiu no agrupamento das informações considerando semelhanças semânticas entre as unidades extraídas, tendo em vista a construção de categorias temáticas.

Para Moraes (1999), a categorização “é sem dúvida” uma das etapas mais criativas e importantes da Análise de Conteúdo, podendo se constituir com categorias definidas *a priori*, sugeridas pelos referenciais teóricos do investigador, ou ainda com categorias *a posteriori*, elaboradas a partir da análise das informações. Caso este da presente pesquisa. A emergência de categorias a partir de informações do *corpus* de análise, todavia, não significa uma ausência de teoria. Até mesmo porque, conforme nos referimos anteriormente, não existe neutralidade no processo de investigação; toda leitura já é uma interpretação e, portanto, dirigida por teorias, implícitas ou explícitas (MORAES, 2003). Neste sentido, podemos afirmar que a categorização realizada foi tacitamente orientada pelas interlocuções teóricas dos primeiros capítulos desta dissertação, especialmente, aquelas referentes à perspectiva crítica e socioambiental de compreensão da crise ambiental e dos problemas a ela atrelados (CARVALHO, 2008; REIGOTA, 1997; TIEZZI, 1988; HANNIGAN, 1995; BRÜGGER, 1994; LAYRARGUES, 1998, 2004a; LEFF, 2001); à Química Ambiental (MOZETO, JARDIM, 2002; CORTES JR., 2008); e à Química Verde

⁵²Trata-se da regra de recorte do sentido e não da forma, representada por frases, parágrafos, etc.

(LEAL, 2002; MACHADO, 2004; 2008; ANASTAS; WARNER, 1998 *apud* ZUIN, 2008; SANSEVERINO, 2000; 2002a; PRADO, 2003; CORREA, ZUIN, 2008). Além disso, consideramos importante destacar o papel da pesquisa de mestrado de Leal (2002) no processo criativo das categorias de análise desta dissertação. Boa parte da tipologia de análise que construímos para caracterizar o conteúdo dos textos foi inspirada no trabalho de categorização realizado pela referida pesquisadora, no sentido de classificar conteúdos programáticos identificados em planos de ensino da disciplina de Química Ambiental (ou afim) de cursos de Licenciatura em Química, de quatro universidades do Sul brasileiro.

De outra parte, apontamos que a construção de categorias *a posteriori* não implica a aceitação de uma categorização qualquer. Existe um conjunto de critérios para validação de ambos “gêneros” de categorias, qual seja: pertinência ou adequação; exaustividade; homogeneidade; e consistência (BARDIN, 1977; MORAES, 1999). E, de acordo com Bardin (1977) há que se considerar ainda mais uma regra de categorização: a “exclusividade mútua”, ou seja, o enquadramento de cada unidade de registro em uma única categoria.

Para Moraes e Galiuzzi (2007), entretanto:

hoje a AC [Análise de Conteúdo] movimentou-se para formas de análise mais flexíveis, em que as categorias construídas no processo se interpenetram. Categorizar, mais do que focalizar exclusivamente partes de um sistema, passa a significar dar ênfase a uma parte como modo de melhorar a compreensão do todo. Cada categoria de análise passa a constituir uma perspectiva de exame, um direcionamento do olhar dentro do todo. Entendida dessa forma, a categorização supera a regra da exclusividade mútua, podendo uma mesma unidade de significado ser utilizada em diferentes categorias, ainda que explorada de distintas perspectivas (p. 155).

Como entendemos que podem existir múltiplas leituras de um único texto, isso poderia permitir que uma mesma unidade de sentido pudesse ser classificada em diferentes categorias. O que, de fato, aconteceu em nossa análise do “corpus”! Além do mais, como salienta Moraes (2003) em outro trabalho, vale repetir: “Cada categoria constitui uma perspectiva diferente de exame de um fenômeno, ainda que se possa examiná-lo de uma forma essencialmente holística. Isso constitui um exercício de superação do reducionismo” (p.199).

Obedecendo aos critérios mencionados, as categorias construídas nesta pesquisa foram: “Crise energética, Atmosfera terrestre, Lixo, Água e Tecnologias limpas: os grandes 'temas ambientais' de QNEsc e Green”; “Idéias e argumentos para além da dimensão científica e técnica” e “Informações de dimensão científica e técnica”. Esta última, inclusive, foi dividida em outras três subcategorias: “Estudo do ambiente natural”; “Controle da poluição: análise, monitoramento e remediação”; e “A perspectiva da prevenção”.

Vale ressaltar que todas estas categorias foram construídas com vistas a refletir: por um lado, algumas características do conteúdo dos artigos analisados, a partir das quais julgamos possível caracterizar abordagem de temáticas ambientais, nos textos de QNEsc e Green; e, de outro, as intenções da investigação quanto às possíveis contribuições para elaboração de práticas didático-metodológicas no ensino de Química da Educação Básica, nas perspectivas Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS.

Sobre as categorias e subcategorias que emergiram da análise dos textos, consideramos relevante detalhar alguns aspectos metodológicos envolvidos, particularmente, na construção da categoria denominada “Crise energética, Poluição atmosférica, Lixo e Água: os grandes 'temas ambientais' de QNEsc e Green”. Uma categoria construída a partir de informações constantes nos textos que nos possibilitou identificar e caracterizar os principais e grandes “temas ambientais” apresentados e discutidos nas revistas QNEsc e Green – os quais, aliás, potencialmente podem se constituir em temas de ensino no currículo da Educação Básica, conforme discutimos no segundo capítulo. Para tanto, adotamos como critérios de agrupamento: **1)** o foco principal de discussão expresso na mensagem dos textos e representado nas unidades de significado extraídas; e **2)** a identificação de semelhanças e diferenças do mesmo com questões, assuntos ou aspectos que consideramos, de forma genérica, mais característicos de alguns grandes “temas ambientais” de referência. Quais sejam: “Crise energética”; “Atmosfera terrestre”; “A problemática do lixo”; “Recursos hídricos”; “Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes”; “Contaminação por mercúrio”; “Saúde humana: doenças decorrentes da interação com o ambiente”; “Papel: produção industrial e aspectos ambientais”; “O papel da Química”; “Biodiversidade e equilíbrio ecológico”; “Pigmentos: toxicidade e implicações ambientais”; e “Solos”.

Dada a própria complexidade da problemática ambiental, todavia, destacamos que não é tarefa fácil identificar onde “termina” cada um

destes “temas” e onde “começa” outro, e sequer podemos afirmar que estes “limites” existem. Desta forma, reiteramos que a classificação proposta para esta investigação reflete uma série de escolhas e representa **uma** possibilidade de interpretação para caracterização dos principais e grandes “temas ambientais” de QNEsc e Green.

O último momento da Análise de Conteúdo, de acordo com Bardin (1977), é o tratamento dos resultados, envolvendo a organização de tabelas e quadros e/ou, ainda, a elaboração de um texto síntese comunicando e descrevendo o conjunto de significados captados e intuídos das mensagens analisadas, especialmente no caso de pesquisas qualitativas. Não se trata apenas de descrever; mas, sobretudo, interpretar, buscando a construção de conhecimento científico sobre o objeto investigado (BARDIN, 1977). Para Moraes (1999), uma compreensão mais aprofundada do conteúdo das mensagens constantes em produções textuais requer também interpretação, tanto em investigações quantitativas quanto qualitativas. Trata-se, nas palavras deste mesmo autor, do “movimento de procura de compreensão” (MORAES, 1999).

Neste trabalho, o “movimento de procura de compreensão”, a que se refere Moraes (1999), vai no sentido de: **a)** apreender e caracterizar a abordagem das temáticas ambientais no *corpus* de investigação; e **b)** apontar algumas possíveis contribuições à elaboração de práticas didático-metodológicas no ensino de Química, ampliando, neste sentido, o papel dos professores e sua formação (inicial e continuada) na compreensão e no uso crítico e transformador do conteúdo dos textos.

Portanto, é por meio de textos sínteses que comunicamos a seguir os resultados de nossa investigação quanto à descrição e à interpretação do conteúdo das produções textuais investigadas, no que tange àquilo que esta pesquisa se propõe a fazer.

4 ABORDAGEM DE TEMÁTICAS AMBIENTAIS EM TEXTOS DAS REVISTAS *QUÍMICA NOVA NA ESCOLA* E *GREEN*

Detalhados os caminhos metodológicos da pesquisa, neste capítulo da dissertação, passamos à exploração e tratamento dos resultados da análise dos textos. Um trabalho analítico que balizamos nas interlocuções teóricas apresentadas nos capítulos anteriores, a partir das quais: **1º)** identificamos aspectos considerados relevantes e imbricados nas discussões relativas à problemática do meio ambiente; e **2º)** construímos as categorias para “mapear” e classificar alguns elementos presentes em cada produção textual no sentido de caracterizar e discutir o conteúdo das mesmas em relação: **a)** aos “temas ambientais” abordados; **b)** à apresentação de informações relacionadas a conhecimentos e técnicas da Química Ambiental e aos princípios, processos, produções e inovações tecnológicas da Química Verde; e **c)** à articulação de ideias e argumentos de dimensões diversas daquelas eminentemente científicas e técnicas, como, por exemplo, as de ordem social, política, econômica, cultural e ética. Desta forma, numa etapa seguinte e mediante um esforço de interpretação, os dados obtidos à luz destas categorias de análise foram considerados, em conjunto, para consideração e apontamento de algumas possíveis contribuições tanto à formação de professores de Química da Educação Básica quanto à elaboração de práticas didático-metodológicas no ensino de Química, voltadas à formação de cidadãos críticos e transformadores das condições socioambientais.

4.1 CARACTERIZANDO E DISCUTINDO O CONTEÚDO DOS TEXTOS SELECIONADOS

4.1.1 Crise energética, Atmosfera terrestre, Lixo, Água e Tecnologias limpas: os grandes “temas ambientais” de QNEsc e Green

Em trabalho exposto no VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Francisco e Queiroz (2007) discutiram a

abordagem da Educação Ambiental no ensino de Química a partir de uma análise dos resumos de 62 (sessenta e dois) trabalhos apresentados nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQs), no período de 1999 a 2006. Nesta investigação, dentre outros aspectos, as pesquisadoras constataram que o tema/assunto – “relacionado às questões ambientais” – mais abordado foi o da coleta seletiva do lixo e reciclagem de materiais (20 trabalhos), vindo na sequência: poluição atmosférica (11); poluição e tratamento de água (também 11); gerenciamento de resíduos químicos (9); questões gerais sobre problemas ambientais (8) e, por último, defensivos agrícolas (3).

Quanto aos trabalhos envolvendo a poluição e o tratamento da água, as autoras salientaram que, de maneira geral, estes “versavam sobre o descarte de rejeitos industriais, contaminação do lençol freático por metais, além do tratamento de esgotos para posterior lançamento em rios ou água corrente” (FRANCISCO, QUEIROZ, 2007, p. 10). E que, no caso daqueles cujo assunto principal era a poluição atmosférica, havia uma ênfase nas discussões sobre a chuva ácida e o efeito estufa.

De fato, não podemos inferir uma relação direta entre os resultados encontrados por Francisco e Queiroz (2007) para os trabalhos de Educação Química das RASBQs e os que encontramos para os textos das revistas QNEsc e Green. Todavia, iniciamos mencionando a investigação daquelas pesquisadoras tendo em vista as semelhanças quanto aos assuntos relacionados à problemática ambiental predominantemente abordados e discutidos. Embora a ordem não seja a mesma, no caso dos artigos analisados, também observamos uma preferência por temáticas referentes às transformações da atmosfera terrestre, à problemática do lixo e às questões envolvendo os recursos hídricos do planeta, conforme expresso na tabela abaixo (Tabela 4). Nesta, apresentamos os resultados obtidos quanto à classificação e à distribuição dos textos dos periódicos em relação aos grandes “temas ambientais” envolvidos em suas mensagens, a partir do **foco principal** de discussão dos mesmos.

Tabela 4. Classificação e distribuição dos textos de acordo com os grandes “temas ambientais” presentes em suas mensagens, relacionados à problemática ambiental.

“Tema ambiental”	Artigos	nº de artigos
Crise energética	QS.12; QS.13; D.1; D.6; D.7; PS.2; PS.4; PS.6; PS.9	9
Atmosfera terrestre	D.5; D.3; D.4; D.9; CT1.5; CT5.4; CT1.1; QS.3	8
A problemática do Lixo	QS.8; QS.10; QS.11; CT1.2; PS.11; PS.12; QS.5; QS.14	8
Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes	QS.15; PS.3; PS.5; PS.7; PS.8; QS.2; PS.13	7
Recursos hídricos	QS.4; CT1.4; CT5.3; PS.15; QS.9; CT1.3	6
Saúde humana: doenças decorrentes da interação com o ambiente	QS.1; D.8; PS.14	3
O papel Química	CT5.1; PS.1	2
Pigmentos: toxicidade e implicações ambientais	D.2	1
Contaminação por mercúrio	QS.6	1
Papel: produção industrial e aspectos ambientais	QS.7	1
Biodiversidade e equilíbrio ecológico	PS.10	1
Solos	CT5.2	1

*legenda: QS = texto de “Química e Sociedade”; CT = texto de Caderno Temático; D = texto de “DOSSIER” e PS = “publicação solta” de Green.

Conforme podemos inferir pelos dados constantes nesta tabela, aproximadamente, 46% dos textos analisados têm como foco principal de discussão aspectos, assuntos ou questões relacionadas às grandes temáticas da água do planeta (6), da atmosfera terrestre (8) e do lixo (8).

No que tange ao conjunto de textos ligados ao grande tema da “Atmosfera Terrestre”, observamos que há um destaque para as discussões relativas ao efeito estufa e aquecimento global (D.3; D.4; CT5.4; CT1.5; CT1.1; QS.3), e ao “buraco” na camada de ozônio (D.5; CT1.5). *I segreti dell'ozonofera*⁵³ (D.5) explora, por exemplo, exclusivamente a questão da rarefação da camada de ozônio (ozonofera), abordando, inclusive, as conseqüências para a saúde humana e para a natureza. Enquanto que *Química Atmosférica: a química sobre nossas cabeças* (CT1.5), por sua vez, trata este problema de forma integrada com o das mudanças climáticas, na medida em que os aborda como fenômenos globais resultantes das grandes transformações da qualidade do ar, que têm marcado o século XX e que têm sido amplamente divulgados nos dias atuais:

O século XX foi marcado por grandes transformações da qualidade do ar não somente das grandes metrópoles e de regiões fortemente industrializadas mas também de áreas remotas devido por exemplo às queimadas de florestas naturais. **Fenômenos globais (como o efeito estufa e o buraco na camada de ozônio) foram detectados e ganharam notoriedade [...]** (MOZETO, 2001, p. 41, *grifo nosso*).

Quiçá seja exatamente esta notoriedade uma das razões pelas quais identificamos, de forma coincidente, a predileção por assuntos relacionados à ampla temática da “Atmosfera Terrestre” tanto nos trabalhos das RASBQs (FRANCISCO, QUEIROZ, 2007) quanto nos textos dos periódicos analisados nesta pesquisa. Embora possamos, remotamente, atrelar o agravamento dos problemas relativos à qualidade do ar à Revolução Industrial do século XVIII, a detecção e ampliação das discussões acerca dos mesmos ocorreu, sobretudo, somente a partir da segunda metade do século XX. É a partir deste período que começam a se realizar os primeiros eventos mundiais voltados, especificamente, para os diferentes problemas decorrentes da poluição atmosférica. Em 1985, por exemplo, as Nações Unidas promoveram a realização da

⁵³ Em português: “O segredo da ozonofera”.

Conferência de Viena (Áustria) com o intuito de se discutir e firmar compromissos e esforços internacionais para proteção da Camada de Ozônio. Neste evento, que contou com a participação de apenas 20 países (incluindo o Brasil) foram apresentados estudos sobre a diminuição da camada de ozônio, ou seja, sobre a identificação de “buracos” na ozonoesfera, assim como, sobre suas consequências e a possibilidade deste fenômeno se tornar irreversível sem uma ação conjunta das nações no sentido de contribuir para diminuição das referidas transformações. Ademais, ainda sobre a questão da rarefação da camada de ozônio, dois anos mais tarde, as Nações Unidas promoveram, no Canadá, um segundo fórum mundial com objetivo de discutir, mais especificamente, a produção, dispersão e efeitos das principais substâncias consideradas responsáveis pela degradação da ozonoesfera. Ao final desta reunião, 46 países (dentre eles, o Brasil) assinaram um documento, denominado *Protocolo de Montreal*, no qual se comprometeram em regular a produção de gases CFC (clorofluorocarbono), halons e brometo de metila, e o consumo de produtos que pudessem destruir a camada de ozônio, prevendo, inclusive, a erradicação total da emissão daqueles gases até 2010.

Ainda no que tange à temática da “Atmosfera Terrestre”, nos meados dos anos de 1970, o *Clube de Roma* já alertava sobre preocupações referentes às transformações na qualidade do ar, tendo em vista, neste caso, o aumento da concentração de gás carbônico (CO_{2(g)}) (SIQUEIRA, 2008). Um fenômeno que mais tarde veio a ser associado, embora de modo controverso, com a questão das mudanças climáticas globais – outro foco de discussão de encontros internacionais promovidos pela ONU a partir de 1995, popularmente conhecidos como *Conferência das Partes*⁵⁴ (COP), o qual teve sua última (16ª) edição realizada em Cancun, no ano passado (2010). Ademais, conforme afirma Siqueira (2008):

A questão se tornou tão séria que passou a mobilizar debates internacionais, envolvendo lideranças mundiais. Em 1997, foi proposto o Protocolo de Kyoto (Japão), documento que impõe a redução gradativa das emissões de gases causadores do efeito estufa, especialmente do CO₂, cuja principal fonte reside na queima dos combustíveis fósseis. Também outros gases que

⁵⁴Países membros da *Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima* assinado durante a Rio-92.

ocasionam efeito estufa foram alvo do Protocolo, tais como o metano (CH₄), os óxidos de nitrogênio (comumente representados por NO_x) e alguns gases associados ao flúor. O protocolo, ratificado por mais de 140 países, não recebeu, no entanto, adesão dos EUA, que são grandes consumidores mundiais de combustíveis fósseis (*Idem, Ibidem*, p.39-40).

De outra parte, acreditamos ainda que talvez também seja esta crescente notoriedade dos problemas **globais** da atmosfera terrestre (a exemplo das mudanças climáticas e do “buraco” na camada de ozônio) um dos motivos pelos quais observamos certa preferência pelos mesmos em relação àqueles de caráter mais regional, como o são as chuvas ácidas e as conseqüências decorrentes destas. Levantamos tal suposição tendo em vista que, dentre os oito artigos classificados em “Atmosfera Terrestre”, apenas um é dedicado à abordagem da chuva ácida e suas implicações (D.9), conforme se pode observar no diagrama a seguir (Figura 10). Por meio desta figura buscamos apresentar de forma sintética os aspectos, assuntos ou questões específicas de cada texto, relacionadas ao “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência – o que fizemos igualmente para os próximos três grupos de artigos.

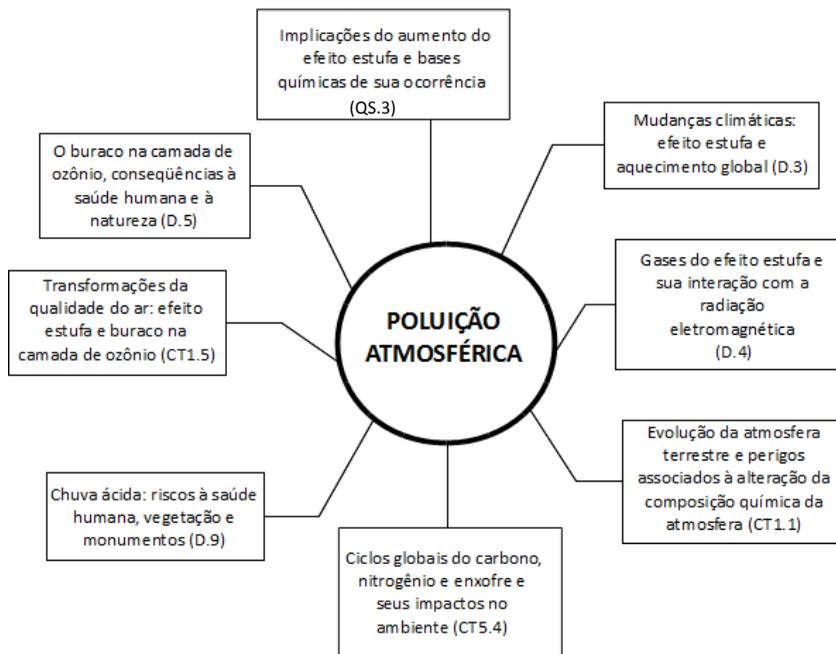


Figura 10. Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos, cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é a “Atmosfera Terrestre”.

No que tange aos artigos envolvendo questões sobre “A problemática do Lixo”, identificamos desde discussões bem específicas referentes àquela grande temática até outras mais gerais (Figura 11), tratando, por exemplo, dos desafios e dos compromissos de uma crescente sociedade de consumo diante da grande quantidade de resíduos gerados pela mesma (CT1.2). Este é o caso do artigo escrito por Pedro Sérgio Fadini e Almerinda Antonia Barbosa Fadini (2001), publicado no primeiro Caderno Temático de QNesc, o qual aborda os mais diversos aspectos imbricados no amplo problema do lixo, tais como: quantidade de resíduos sólidos produzida em alguns países do mundo; toxicidade dos diferentes rejeitos; gerenciamento do lixo; processos de compostagem e reciclagem; Programa 3Rs; Agenda 21 e desenvolvimento sustentável; e cooperativas de catadores. Por outro lado, como discussões mais específicas, nos referimos aos textos sobre os materiais plásticos, sua separação e reciclagem (QS.8; QS.10); sobre

embalagens cartonadas (QS.11); e acerca do uso, descarte e tratamento de produtos constituídos por componentes tóxicos (pilhas e baterias em QS.5, e lâmpadas fluorescentes em QS.14). Todavia, além destes artigos, na revista Green em particular encontramos no número 14 outros dois que discutem, respectivamente, a reciclagem de diferentes materiais do lixo (PS.11) e processos para produção de energia a partir dos mesmos (PS.12).

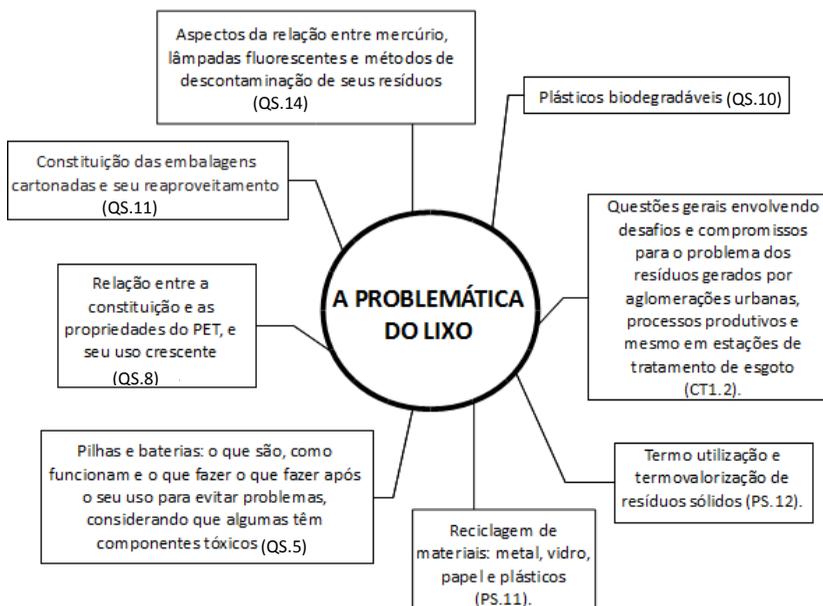


Figura 11. Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é “A problemática do Lixo”.

Quanto aos seis textos classificados em “Recursos hídricos”, estes versam tanto sobre a problemática da poluição das águas e/ou suas formas de tratamento (QS.4; CT1.4), sobre os esgotos (CT1.3), sobre o esgotamento da água potável no mundo (PS.15; CT1.4) como também sobre a importância dos recursos hídricos para regulação do clima e manutenção da vida na Terra (CT1.4; CT5.3; PS.15; QS.9). Veja a Figura 12 abaixo. Muitos destes artigos discutem – como se poderia esperar – a importância da água e os problemas decorrentes de sua poluição de forma **indissociada**, é o caso, por exemplo, de *As águas do planeta Terra* (CT1.4). Na mensagem deste texto, identificamos uma

discussão que interrelaciona as propriedades mais importantes da água, sua distribuição em nosso planeta e seu papel para a sobrevivência do homem e de toda a biota terrestre; assim como, as formas de uso deste recurso, as principais fontes de poluição e a importância do tratamento da água na melhoria da qualidade de vida da população mundial.

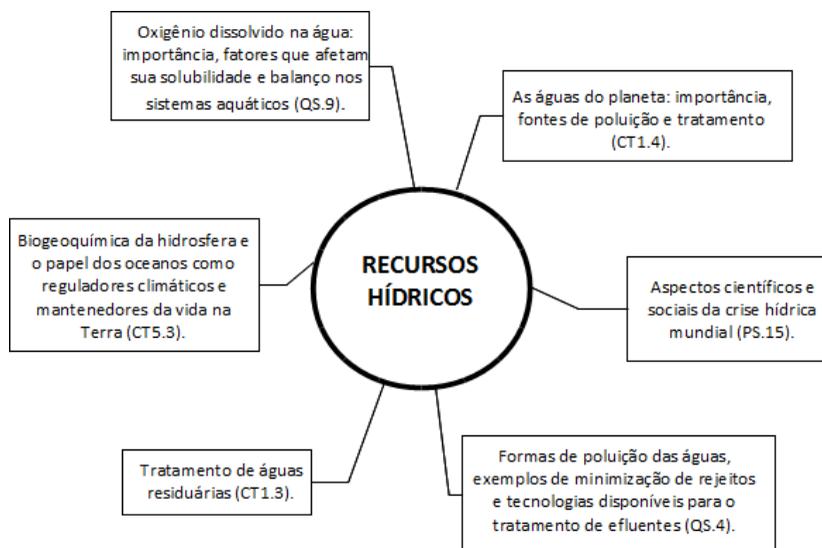


Figura 12. Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é “Recursos hídricos”.

Diferentemente, porém, dos trabalhos investigados por Francisco e Queiroz (2007), outras grandes temáticas fortemente presentes entre os artigos da revista QNEsc e, sobretudo, da Green dizem respeito à produção e ao desenvolvimento de novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes, e à crise energética vivenciada no mundo, na contemporaneidade. Esta última considerada, segundo Tiezzi (1988), uma crise que tem comprometido igualmente o equilíbrio biológico do planeta, caracterizando-se como mais uma das facetas da crise civilizatória global. O autor faz tal afirmação tendo em vista a crescente exploração e uso de combustíveis fósseis – especialmente, do petróleo a partir dos anos 1900 – e os problemas atmosféricos decorrentes disso. Razão pela qual a compreendemos como uma crise intimamente relacionada às questões da qualidade do ar. As deliberações constantes

no Protocolo de Kyoto, conforme apontamos acima são apenas um exemplo desta estreita conexão entre a problemática da produção de energia no mundo contemporâneo e da poluição atmosférica.

Neste sentido, ao classificarmos os textos investigados seja no grupo sobre a “Crise Energética” ou da “Atmosfera Terrestre”, não estamos desconsiderando a associação existente entre os mesmos. Fazemos tal diferenciação, na medida em que as questões referentes àquela primeira temática passam também pelo esgotamento das fontes não-renováveis de energia (combustíveis fósseis) e a crescente busca por fontes alternativas de energia – que além de serem menos poluentes ou ainda não-poluentes espera-se que sejam inesgotáveis.

Assim, num conjunto de nove textos identificamos a abordagem dos seguintes assuntos: produção e uso de biocombustíveis (QS.13; QS.12; PS.2; PS.4; PS.6); fontes alternativas e renováveis de energia, como os ventos e o Sol, dentre outras (D.1; D.6; PS.9); e consumo de energia (D.7). *Biocombustíveis, o mito do combustível limpo* (QS.13), publicado no número 28 de QNEsc, trata, por exemplo, de:

aspectos ambientais relevantes sobre a produção e o uso do biocombustível, principalmente o álcool, desmistificando a denominação de combustível limpo utilizada, em especial, pelos meios de comunicação, quando se refere a esse tipo de combustível (CARDOSO, MACHADO, PEREIRA, 2008, p. 9).

Artigo este que, de certa forma, pode estabelecer relações com outro também publicado na seção “Química e Sociedade” do mesmo número da revista brasileira, *Biodiesel: possibilidades e desafios* (QS.12), no qual são apresentadas, por sua vez, informações relacionadas ao processo tecnológico de produção do biodiesel, assim como, de aspectos sociais, econômicos e ambientais. Estes são exemplos de dois textos que, juntamente com os demais, portanto, tangenciam questões ligadas à “Crise Energética”, conforme esquematizamos na Figura 13 a seguir.

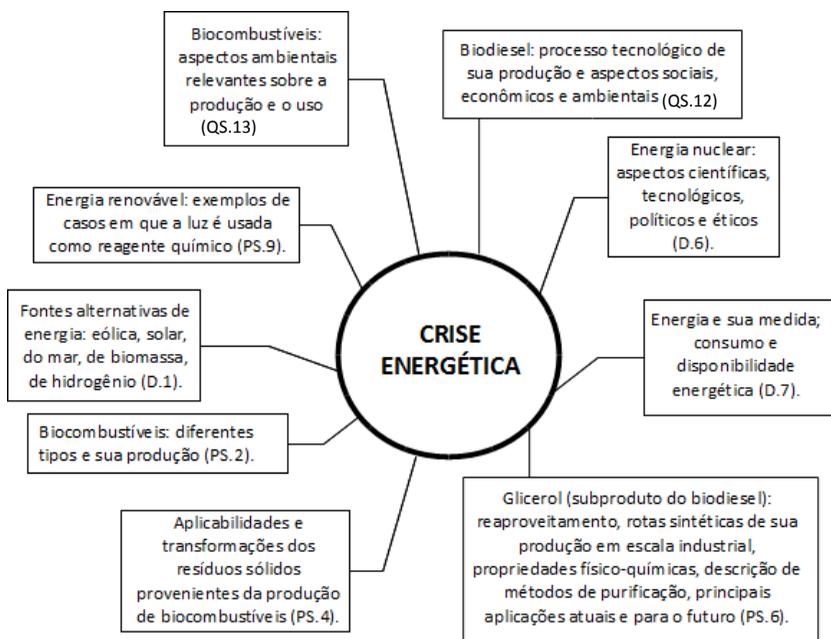


Figura 13. Principais aspectos, assuntos ou questões abordadas em cada um dos textos cujo “tema ambiental” mais amplo de classificação/referência é “Crise Energética”.

Ademais, conforme colocamos acima, outra temática fortemente presente foi “Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes” (07 textos), a qual associamos os seguintes artigos: **a)** um sobre o poliuretano, um biopolímero que tem sido empregado “nos mais variados ramos da indústria, ocupando atualmente a sexta posição entre os plásticos mais vendidos no mundo” (CANGEMI, SANTOS, CLARO NETO, 2009, p. 159)(QS.15); **b)** um segundo sobre solventes verdes (PS.8); **c)** outro sobre a produção de moléculas para “combater” situações de contaminação e intoxicação em massa de pessoas, como no caso da utilização de armas químicas e de pesticidas em larga escala (PS.13); **d)** três deles referentes a novas tecnologias para redução de emissão de poluentes atmosféricos por veículos automotivos, quais sejam: os motores elétricos e híbridos (PS.3), as baterias de lítio (PS.5) também para carros elétricos, e as marmitas catalíticas para motores à gasolina e à diesel (PS.7); e **e)** um sobre a utilização de feromônios

como uma possibilidade alternativa e promissora de combate a pragas da lavoura, em substituição aos tradicionais agrotóxicos (QS.2).

Reiteramos que todos os artigos classificados neste último “tema ambiental” - assim como aqueles de “Crise Energética” – estabelecem relações com alguma das grandes temáticas anteriormente apresentadas. Porém, optamos em diferenciá-los tendo em vista as especificidades de suas mensagens, respectivamente, quanto ao desenvolvimento de inovações científicas e tecnológicas orientado por demandas e princípios ambientais contemporâneos (por exemplo, sustentabilidade).

Apesar destas amplas temáticas relacionadas à problemática ambiental – crise energética; atmosfera terrestre; lixo; água, e novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes – se caracterizarem como os principais e grandes “temas ambientais” de QNEsc e Green, constituindo em quase 80% da amostra analisada, outras também foram identificadas em menor proporção a partir do foco prioritário de discussão dos demais textos. Dentre elas: a temática da “Contaminação por mercúrio”, principalmente na Amazônia (QS.6); a temática relativa às implicações para a saúde humana e natureza do uso de pigmentos e corantes de alta toxicidade, (D.2), que denominamos de “Pigmentos: toxicidade e implicações ambientais”.

De outra parte, em *Rischio contagio nel villaggio globale*⁵⁵ (D.8), encontramos uma discussão sobre os crescentes riscos de epidemias e pandemias no mundo, tendo em vista o aumento da população mundial, a rápida urbanização, a agricultura intensiva, a degradação ambiental e o uso excessivo de antibióticos. Um texto que associamos, juntamente com outros dois, ao grande tema “Saúde humana: doenças decorrentes da interação com o ambiente”. Os demais tratam, respectivamente, de aspectos genéticos e ambientais ligados ao mal de Parkinson (PS.14), e dos efeitos da luz solar sobre a pele humana, desde o mais visível, o bronzeamento, àqueles que podem resultar da exposição excessiva ao sol, eritemas e alguns tipos de câncer (QS.1).

A produção em escala industrial de determinados materiais do nosso dia a dia e os aspectos ambientais ligados a mesma é o “tema ambiental” de um texto publicado na seção “Química e Sociedade”, qual seja: *Papel: como se fabrica?* (QS.7), na medida em que aborda, dentre outros, os aspectos ambientais relacionados à fabricação do papel.

Agrupamos, ainda, dois textos, um de Green (PS.1) e outro de QNEsc (CT5.1), sob a temática de “O papel da Química”, tendo em

⁵⁵ Em português: “Risco de contágio na aldeia global”.

vista que os assuntos por eles abordados são referentes, respectivamente, ao papel da Química na melhoria da qualidade de vida e conforto da população, estabelecendo ligações com a produção em Química Ambiental e a Química Verde, e às contribuições da pesquisa e dos produtos desenvolvidos, em específico, pelos “químicos verdes” no que tange a determinados problemas ambientais. O foco principal de ambos os artigos é apresentar uma visão geral das possíveis relações entre o desenvolvimento da Química e a temática ambiental, sem se deter na abordagem de algum produto ou processo em específico. Daí sua classificação à parte.

Por fim, identificamos apenas um artigo envolvendo a temática mais ampla da “Biodiversidade e equilíbrio ecológico”, qual seja, *Biodiversità ed ecologia: Attenti, ogni specie è necessaria* (PS.10). Este texto discute a relação entre a evolução biológica, a evolução cultural e o impacto do homem sobre o ambiente. E, da mesma forma, encontramos isoladamente um único texto sobre o tema dos “Solos” (CT5.2), apresentando

aspectos importantes da litosfera como origem e formação, composição, classificação, propriedades físico-químicas, fertilidade, manejo e degradação decorrentes de ações antrópicas. [...] uma abordagem diferenciada, contextualizando fenômenos ambientais que ocorrem no solo, utilizando conceitos de contínuos fluxos de matéria e energia entre os demais reservatórios – hidrosfera e atmosfera. [...] aspectos da ciência do solo, sempre com uma visão global do ponto de vista ambiental (ROSA, ROCHA, 2003, p. 7).

Conforme discutimos no primeiro capítulo, defendemos, neste trabalho, que a crise ambiental de nossos tempos precisa ser compreendida – inclusive em processos educativos – a partir de uma perspectiva pluridimensional e, portanto, socioambiental, para busca de seu efetivo enfrentamento. Dentre outras coisas, isto implica dizer que os problemas (locais, regionais ou globais) atrelados a ela não podem se restringir aos diferentes tipos de poluição do ar, da água e dos solos; aos casos de extinção de espécies animais e vegetais; ou ainda às situações de degradação da natureza. Outros necessitam ser interrelacionados e considerados de forma integrada no contexto da problemática ambiental, tais como as doenças resultantes da interação dos seres humanos com o ambiente, a crise energética e a fome, dentre outros mais.

Neste sentido, apesar da diversidade de assuntos abordados nos textos analisados das revistas QNEsc e Green, constatamos que os grandes “temas ambientais” das revistas QNEsc e Green apontam para uma predominância de assuntos de primeira ordem. Isto é, privilegiam a abordagem de problemas referentes ao ambiente natural. Esta caracterização, porém, é **insuficiente** para que possamos afirmar que os mesmos não possibilitam uma compreensão socioambiental dos problemas a que se referem. Ou ainda, que não possibilitam uma compreensão crítica da problemática ambiental. Para tanto se faz necessária uma análise de outras características do conteúdo do *corpus* de investigação, das quais tratamos a seguir.

4.1.2 Informações de dimensão científica e técnica

Dentre os diferentes aspectos que temos considerado relevantes e imbricados no estudo da problemática relacionada ao meio ambiente, não podemos ignorar ou, até mesmo, negar aqueles relativos à Ciência e à Tecnologia. Dizemos isto tanto no que se refere às implicações ambientais do desenvolvimento científico e tecnológico (TIEZZI, 1988; VIDAL, 1986) quanto aos conhecimentos produzidos para compreensão do *ambiental* e proposição de “soluções” a determinados problemas atrelados a ele (CARSON, 1962; MEDINA, 1997; HANNIGAN, 1995). Neste último sentido, pois, é que temos destacado a relevância da Química Ambiental e da Química Verde no contexto das discussões sobre temáticas/assuntos relacionados ao meio ambiente. A primeira no que tange aos conhecimentos produzidos sobre os processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem na natureza decorrentes de interações inter-sistêmicas, ou seja, dos Sistemas Físico-Químico, Biológico e Social-Humano que integram o meio ambiente, bem como no que tange aos processos desenvolvidos para o controle de determinados problemas ambientais que comprometem a saúde humana e a saúde do planeta como um todo. E a QV especialmente em relação aos princípios, processos e tecnologias limpas que têm desenvolvido na perspectiva de **prevenir** ao invés de remediar danos à natureza e à saúde humana.

Muito embora esses conhecimentos e técnicas da Química, em particular, não possam ser tomados como únicos na compreensão e no

enfrentamento da problemática ambiental⁵⁶, informações a respeito dos mesmos têm sido cada vez mais associadas às discussões sobre temáticas/assuntos relacionados ao meio ambiente devido, dentre outros aspectos, à difusão científica da Química Ambiental e, mais recentemente, da Química Verde. De fato, pautados em Layrargues (1998), Medina (1997) e Hannigan (1995), podemos afirmar que, desde o momento de percepção da crise ambiental, as discussões têm sido fortemente marcadas por informações de dimensão científica e técnica – neste caso, não apenas relativas à Química. Este fato é interpretado por Hannigan (1995) como o papel da Ciência na geração de *exigências ambientais*; e por Brügger (1994) como o resultado da *racionalidade instrumental*, que direciona nossa interpretação do mundo por uma perspectiva naturalista – por exemplo, que reifica o meio ambiente – e técnica – por exemplo, que afirma que os problemas ambientais poderão ser resolvidos diante da adoção de *medidas* corretas.

Como já esperávamos, quanto aos textos de QNEsc e Green, a discussão das temáticas ambientais por eles abordadas também foi fortemente marcada pela apresentação de informações de dimensão científica e técnica. Ou seja, o conteúdo dos 48 artigos caracterizou-se por apresentar informações da referida dimensão, as quais, por sua vez, subclassificamos em: “Estudo do ambiente natural”; “Controle da poluição: análise, monitoramento e remediação” ; e “A perspectiva da prevenção”.

A seguir, tratamos, portanto, da descrição e interpretação das subcategorias construídas a partir de especificidades das “Informações de dimensão científica e técnica”.

4.1.2.1 Estudo do ambiente natural

Embora considerada simplificada e limitada (LEAL, 2002), uma forma de se compreender as relações entre os conhecimentos científicos/químicos e o meio ambiente, pode ser representada pelo estudo dos processos físico-químicos e biológicos que ocorrem na natureza decorrentes de interações entre os sistemas biótico, abiótico e

⁵⁶ Como produtos resultantes de atividades humanas socio-historicamente determinadas, eles representam apenas **uma** das formas de interpretação do mundo. Razão pela qual entendemos que, além de não serem únicos, os conhecimentos científicos também são limitados quanto à compreensão e explicação de fenômenos complexos da realidade, a exemplo dos problemas ambientais.

social-humano. Compreensão esta que, segundo Leal (2002, p. 79, *grifo nosso*), significa concentrar-se “em 'conhecer' e/ou 'identificar' as características, as reações envolvidas em fenômenos, os *problemas* e a situação na qual se encontram” a atmosfera, a hidrosfera e a geosfera terrestres.

No que tange aos textos analisados, a apresentação de informações desta tipologia foi uma característica que identificamos na mensagem de cerca 52% deles (25 artigos), publicados, em sua maioria, na seção “Química e Sociedade” e nos Cadernos Temáticos n.1 e n.5 da revista *Química Nova na Escola*. Além disso, observamos que quase todos os textos cujos focos temáticos principais foram relacionados aos “Recursos hídricos” e à “Atmosfera Terrestre”, bem como aquele categorizado como “Solos”, têm a maior parte de seu conteúdo assim caracterizado, na medida em que poucas informações de outro tipo ou dimensão são articuladas nas discussões das temáticas ambientais a que se referem.

A importância do oxigênio dissolvido em ecossistemas aquáticos (QS.9), por exemplo, como seu próprio título já pressupõe, trata-se de um texto cujo conteúdo é fortemente marcado pela apresentação de informações de dimensão científica referentes ao estudo do ambiente natural, especificamente, os ecossistemas aquáticos. Neste sentido, os principais argumentos explicitados no artigo dizem respeito à composição química de águas naturais, às reações de oxidação e redução que ocorrem em ambientes aquáticos, aos fatores que afetam a solubilidade do gás oxigênio na água, ao balanço de oxigênio dissolvido (OD) nos sistemas aquáticos, à decomposição anaeróbica da matéria orgânica e às variações e perfis verticais de OD.

Outro exemplo, também representativo desta subcategoria e da ênfase em ideias científicas deste tipo, é o artigo da revista Green intitulado “As vibrações das moléculas: radiações e gases estufa”⁵⁷ (tradução nossa). Além da preocupação em “explicar” cientificamente os fenômenos físico-químicos que ocorrem a partir das interações entre a radiação eletromagnética do Sol e as moléculas dos gases presentes na atmosfera, no conteúdo deste texto, também caracterizamos a apresentação de informações específicas sobre a química dos gases do efeito estufa: CO₂, CH₄, O₃, dentre outros.

Nesta subcategoria, todavia, não nos restringimos em classificar tão somente as informações referentes à química da água, do ar e dos

⁵⁷ Em italiano: *Le vibrazioni delle molecole. Como fanno i gas serra ad emettere calore?*

solos. Se partirmos da consideração que os seres vivos (animais, vegetais, fungos, bactérias e o próprio ser humano, etc.) também são parte do ambiente natural, veremos que, além dos conhecimentos químicos relativos à atmosfera, hidrosfera e geosfera, outros conhecimentos científicos também podem ser relacionados e apresentados quando do estudo do ambiente natural. Este é o caso, por exemplo, de “Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia” (QS.6). Ao discutir a problemática exposta no próprio título do artigo, os autores disponibilizam ao leitor informações sobre como o mercúrio pode “chegar” aos seres humanos, assim como ideias da área da Biologia e Ecologia que buscam explicar a contaminação de peixes tendo em vista diferenças de nível trófico, ou seja, de posição na cadeia alimentar, conforme demonstramos, respectivamente, pelos fragmentos abaixo:

Como o mercúrio chega ao homem

Existem duas maneiras do mercúrio chegar até o homem: ocupacional e ambiental. A primeira é mais conhecida e está ligada ao ambiente de trabalho, como mineração e indústrias, geralmente associada aos garimpos de ouro ou às fábricas de cloro-soda e de lâmpadas fluorescentes. Trata-se de uma contaminação pelas vias respiratórias, que atinge o pulmão e o trato-respiratório, podendo ser identificada e quantificada pela dosimetria do mercúrio na urina.

A contaminação ambiental, por sua vez, é provocada pela dieta alimentar, comumente pela ingestão de peixes de água doce ou salgada, e afeta diretamente a corrente sanguínea, provocando problemas no sistema nervoso central. Sua comprovação é feita facilmente pela determinação do mercúrio no cabelo ou no sangue (SOUZA, BARBOSA, 2000, p.4).

Simplificando, há os peixes de nível trófico baixo, que são os herbívoros e detritívoros, os de nível trófico intermediário, os omnívoros, e finalmente os de nível trófico elevado, os piscívoros, também chamados de carnívoros ou predadores. Os herbívoros (tambaqui, jatuarana, pirapitinga, pacu) se alimentam basicamente de sementes e de frutos, os detritívoros (bodo, jaraqui, curimatã, branquinha) se alimentam de matéria orgânica em decomposição e microrganismos associados à

lama do fundo de lagos e margens de rios. Os detritos provindos da mata alagada, ninfas de insetos e zooplâncton são a base da alimentação dos omnívoros (aruanã, pirarara, cará, mandi, matrinchã, cuiucuiu). Os piscívoros se alimentam de outros peixes e por isso bioacumulam o mercúrio (dourada, filhote, piranha, tucunaré, surubim, pescada e pintado) (SOUZA, BARBOSA, 2000, p. 5)

Embora não concordemos com o reducionismo biológico, ou seja, a consideração dos seres humanos como parte da natureza em sua dimensão estritamente biológica, não podemos negar esta dimensão quando do estudo do ambiente natural. E é neste sentido que interpretamos a caracterização de informações como a identificada na mensagem do texto supramencionado.

Por fim, com vistas a exemplificar outro aspecto da presente subcategoria de análise, citamos o fragmento abaixo, extraído do texto “Águas do planeta Terra” (CT1.5), publicado no primeiro Caderno Temático da revista QNEsc:

Fósforo: o vilão da eutrofização

O fósforo é o nutriente limitante no crescimento de algas. Micro-organismos requerem carbono, nitrogênio e fósforo como nutrientes majoritários. Assim como as reações químicas deixam de se processar quando um reagente limitante é totalmente consumido, o crescimento de algas é limitado pela disponibilidade de nutrientes na água. A transformação de nutrientes em biomassa ocorre em uma proporção média de C:N:P = 110:15:1. O carbono nunca é a espécie limitante na água, uma vez que sua presença é suprida pelo CO₂ atmosférico. Algas verde-azuladas podem suprir as necessidades em termos do nitrogênio, pois são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico. Assim sendo, o fósforo é usualmente o elemento limitante, embora seja necessário na menor quantidade (GRASSI, 2001, p. 35).

Conforme se pode observar, informações de dimensão científica e técnica, relativas a diferentes tipos de poluição natural – sejam eles causados por atividades humanas ou decorrentes de fenômenos da própria natureza – também fazem parte desta maneira de se

compreender a relação entre os conhecimentos científicos/químicos e a problemática ambiental que por ora temos discutido. Todavia, entendemos que a leitura *a-crítica* de expressões, como “Fósforo: o vilão da eutrofização”, constante no fragmento acima, possibilitam interpretações que restringem as causas de problemas de poluição, como a eutrofização, tão somente às espécies químicas dispersas no ambiental natural em estudo. E, por conseguinte, parecem desresponsabilizar os “agentes poluidores” do sistema social-humano. Aspecto este que vem na contramão da perspectiva socioambiental que temos defendido no presente trabalho, e o qual, desde já, traz à tona a compreensão do papel do professor e sua formação na leitura e no uso crítico e transformador dos conteúdos dos artigos das revistas investigadas.

4.1.2.2 Controle da poluição: análise, monitoramento e remediação

Apesar dos problemas ambientais da contemporaneidade não se restringirem à variedade de formas de **poluição** (e sequer pretendemos tal restrição!), **controlar** problemas desta espécie seja por meio de análise e monitoramento seja através de medidas de remediação, é um assunto que, segundo Leal (2002), “vem assumindo uma posição de destaque no tempo presente”. Uma posição que igualmente observamos nos textos analisados de QNEsc e Green. Dentre as diferentes tipologias de informações de dimensão científica e técnica identificadas, 21 artigos caracterizaram-se por apresentar mensagens específicas sobre: análise e ferramentas desenvolvidas para detectar contaminação no ar, na água, no solo, e em vegetais, animais e seres humanos; procedimentos de execução e tecnologias de contenção para minimizar os efeitos de poluentes; e técnicas, ferramentas e conhecimentos para o tratamento de resíduos líquidos e sólidos, para a despoluição e para a descontaminação do ar, do solo e da água.

Discussões deste tipo foram identificadas, sobretudo, em textos relativos à “Problemática do lixo”. Dizemos isto uma vez que, dos oito artigos assim classificados em relação aos grandes “temas ambientais” que abordam, seis deles caracterizaram-se por discorrer acerca de inovações tecno-científicas existentes hoje para o tratamento de resíduos sólidos. Segundo Leal (2002):

Entre as várias medidas no campo da “*remediation*”, encontra-se a preocupação com o destino dos diversos resíduos. De acordo com Aurélio – dicionário da língua portuguesa –

resíduo é definido como “o que resta de qualquer substância; resto”. **Muitas vezes este resto ou “lixo” é considerado pelo seu gerador como indesejado e inútil, dessa forma o descarte é inevitável. E é nesta esfera que as ações de recuperação e saneamento ganham importância, pois, apesar de todo o “progresso” do tempo presente, não se tem notado modernização no que se refere às “medidas necessárias para dar ao lixo gerado um destino adequado”** (FADINI & FADINI: 2001, p.9) (p. 85, *grifo nosso*).

Particularmente, embora concordemos com a pesquisadora quanto à crescente preocupação em relação às ações para recuperação e saneamento dos resíduos sólidos, discordamos quanto ao argumento de que atualmente não se tem notado modernização quanto às medidas necessárias para dar ao lixo gerado um destino adequado. Acreditamos que “modernização” não é a questão, tendo em vista o conteúdo de dois artigos publicados no n.14 da revista Green: “Emergência na eliminação de resíduos: recuperação para salvar o ambiente” (PS.11) e “Emergência na eliminação de resíduos: assim se cria energia”⁵⁸ (PS.12), os quais se caracterizaram por apresentar, de forma ampla e marcante, informações científicas e técnicas desta tipologia. O primeiro no que tange aos processos de reciclagem dos vidros, metais, papel e plásticos, detalhando, em relação a estes últimos, as diferentes metodologias atualmente existentes para reutilização e tratamento dos mesmos (reciclagem mecânica e química, e recuperação energética). E o segundo no que se refere às alternativas e inovações para o tratamento térmico do lixo (gaseificação, pirólise, incineração com fornos de grelha e fornos rotativos, combustão por “leito fluidizado”) e às tecnologias para conversão dos resíduos sólidos, pós-tratamento térmico, em energia. A questão, então, que colocamos é antes no sentido da viabilidade econômica e disponibilização destas ferramentas às diferentes nações do mundo; e, em segundo lugar, no que tange à insuficiência do fator “progresso” para lidar com a problemática da produção e destinação dos resíduos diante dos padrões de consumo e industrialização das sociedades contemporâneas.

⁵⁸Os títulos em italiano são, respectivamente: *Emergenza smaltimento rifiuti: Così il recupero per salvare l'ambiente* e *Emergenza smaltimento rifiuti: Così si crea energia*.

De outra parte, segundo Tundo e Romano (1995 *apud* Leal, 2002) a reciclagem de materiais, especialmente a de materiais plásticos, algumas vezes, também pode ser entendida como prevenção da poluição, na medida em que representa um menor consumo de matérias-primas e, portanto, ao final, reduzem a emissão de CO₂ na atmosfera. Todavia, considerando as controvérsias existentes quanto a este aspecto e até mesmo o “silêncio” dos textos em relação a esta posição, optamos em classificar todas as informações referentes a processos, técnicas e tecnologias de reciclagem do lixo como controle da poluição.

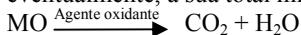
Textos relativos à “Atmosfera terrestre – particularmente aqueles dispondo de argumentos sobre as diferentes formas de poluição das águas –, também se caracterizaram por apresentar ideias no sentido que temos discutido nesta subcategoria. O autor de “Poluição *versus* Tratamento de água: duas faces da mesma moeda” (QS.4), por exemplo, disponibiliza para seus leitores um “arsenal” de informações referentes a tipos e tecnologias de tratamento de efluentes. Uma apresentação que realiza tanto de forma mais resumida como de modo mais detalhado, conforme se observa nestes fragmentos do artigo:

Os tratamentos *primários* são empregados para a remoção de sólidos em suspensão e de materiais flutuantes.

O tratamento *secundário* visa a remover as substâncias biodegradáveis presentes no efluente (por meio de tratamentos biológicos convencionais).

O tratamento *terciário* emprega técnicas físico-químicas e/ou biológicas para a remoção de poluentes específicos não removíveis pelos processos biológicos convencionais (AZEVEDO, 1999, p.23-24).

As tecnologias destrutivas são baseadas na oxidação química da matéria orgânica (MO), levando-a a espécies cada vez mais oxidadas e, eventualmente, à sua total mineralização:



Como se observa, a vantagem dessas tecnologias é a ausência de subprodutos, ou seja, a real remoção da poluição.

A oxidação química é normalmente realizada utilizando-se ozônio, peróxido de hidrogênio ou algum outro oxidante convencional. Entretanto, na maioria dos casos a oxidação de compostos

orgânicos, embora seja termodinamicamente favorável, é cineticamente lenta. Assim, a oxidação completa é geralmente inviável do ponto de vista econômico. Vários estudos têm demonstrado que as limitações cinéticas podem ser superadas pelo uso de radicais extremamente oxidantes e pouco seletivos (radicais hidroxila, OH• e/ou radicais superóxido, O₂⁻) nas reações de oxidação (AZEVEDO, 1999, p. 24).

No que tange às ferramentas que a Química Ambiental tem desenvolvido para a análise e o monitoramento de determinados poluentes, identificamos informações sobre as mesmas, sobretudo, em textos cuja temática ambiental abordada foi caracterizada como “Atmosfera terrestre”. Este é o caso, a título de exemplificação, do artigo “Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças” (CT1.5). Neste, em dado momento, o autor se detém na apresentação de informações sobre técnicas para determinação de concentrações médias de poluentes relativas a um período de tempo fixo (*timeweighted averages*) e para determinações instantâneas de concentrações de poluentes em amostragens de ar.

Muito embora autores como Anastas e Williamson (1994) considerem as medidas de controle da poluição através da análise, monitoramento e recuperação como alternativas paliativas da C&T – uma vez que buscam apenas, *grosso modo*, minimizar os efeitos indesejados de determinadas substâncias e materiais no ambiente natural – entendemos que tais procedimentos e tecnologias não podem ser desconsideradas.

4.1.2.3 A perspectiva da prevenção

Segundo os químicos italianos, Tundo e Romano (1995 *apud* Leal, 2002, p. 88):

Por **prevenção da poluição** se entende a intervenção na fonte, em todos os processos químicos, sejam industriais ou naturais, de tal modo que possa reduzir a concentração de compostos químicos nocivos no ambiente, diminuindo-se assim, os riscos. É prevenção da poluição a intervenção nos processos químicos industriais e, em algumas vezes, a reciclagem de

materiais (a reciclagem da matéria plástica possui um menor consumo de matérias-primas e, portanto, ao final, ocorre uma emissão muito limitada de CO₂ na atmosfera). Não é prevenção da poluição o tratamento de resíduos ou de produtos tóxicos nocivos, porque não é uma forma de intervenção (*grifo nosso*).

Prevenir, portanto, no sentido a que se referem os autores citados, diz respeito a tomar medidas que tratem da poluição antes mesmo dela existir, o que, conseqüentemente, implicaria na redução de **riscos** tanto à saúde humana quanto à natureza. Uma perspectiva que, na área da Química, tem sido denominada especificamente de Química Verde. Neste sentido, temos uma outra forma de se compreender as relações entre o conhecimento científico/químico e a problemática ambiental e que pode ser representada pelo estudo de processos e produtos que os químicos têm desenvolvido para: reduzir ou eliminar o uso de solventes orgânicos, a fim de evitar a sua emissão para a atmosfera; substituir reagentes e catalisadores perigosos e/ou tóxicos; substituir pesticidas e/ou agrotóxicos de alto impacto ambiental geralmente utilizados na agricultura; valorizar reservas de matérias-primas renováveis e fontes alternativas de energia; e biotecnologias (LEAL, 2002).

Uma compreensão que identificamos abordada no conteúdo de 19 textos de nossa amostra (aproximadamente 40%), dos quais, 12 são publicações da revista italiana Green. Essa identificação ocorreu, sobretudo, em artigos relativos a “Novos produtos, tecnologias limpas e produtos verdes” (6 do total de 7) e à “Crise ambiental” (8 do total de 9), conforme se poderia esperar, considerando-se as especificidades destas temáticas.

“A nova fronteira da Química: a pesquisa dos solventes verdes”⁵⁹ (PS.8) é um dos textos que podemos considerar representativo desta subcategoria, na medida em que seu conteúdo caracterizou-se por estar “encharcado” de informações de dimensão científica e técnica relativas à perspectiva da Química Verde, conforme podemos observar neste fragmento:

Os problemas associados com o uso de solventes químicos, acima apresentados, têm solicitado a busca de novas alternativas e novas soluções para o problema. A substituição de um solvente por

⁵⁹ Em italiano: *Le nuove frontiere della Chimica: Alla ricerca dei solventi verdi*.

outro menos perigoso não é um problema simples de ser resolvido e não pode ser atribuído simplesmente, por exemplo, à resolução dos problemas de solubilidade e preço. São muitos os parâmetros a serem observados para que um solvente possa ser denominado de “verde”.

Um primeiro caminho possível pode ser baseado no método de avaliação de EHS (*enviromental – health – safety*) que avalia para o solvente em exame os possíveis danos e sua persistência no ambiente, assim como os danos em ambos os níveis, agudos e crônicos, de saúde; e as características do produto, sua inflamabilidade e reatividade. Este método, a nível de segurança já eliminou um grande número de solventes, ou por razões de alta inflamabilidade (o exemplo, CS₂ com Tf = 100°C) ou toxicidade (por exemplo, benzeno, clorofórmio, etc.) ou por causa dos elevadíssimos riscos ambientais (POCHINI, 2007, p. 43, tradução nossa).

Além dos parâmetros e metodologias hoje existentes para classificação de um solvente como “verde”, o conteúdo deste texto também apresenta informações sobre propriedades e aplicações dos assim classificados, dentre eles, o dimetilcarbonato e os fluídos supercríticos.

A partir do trecho apresentado a seguir, podemos demonstrar outro aspecto envolvido no âmbito desta discussão:

Duas questões estão preocupando sobremaneira o setor agrícola nacional neste momento: produzir alimentos sem resíduos tóxicos e baixar o custo de produção. Porém, a utilização de agrotóxicos para combater as pragas de plantas cultivadas representa um fator contrário ao desejado. Diferentes métodos de controle de insetos em que não se dependa exclusivamente de agrotóxicos vêm sendo estudados por cientistas em várias partes do mundo. Este texto apresenta uma discussão sobre a utilização de feromônios como uma possibilidade alternativa e promissora de combate a essas pragas. Serão também abordados alguns conceitos e técnicas básicas empregados neste processo (FERREIRA, ZARBIN, 1998, p.4)

Este fragmento foi extraído da parte introdutória do artigo intitulado “Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos” (QS.2), dando início à apresentação de informações científicas e técnicas referentes à identificação e extração dos feromônios. Este é um produto que foi desenvolvido e tem sido usado em diferentes casos para o controle de pragas da lavoura em substituição a alguns pesticidas. Sobre a perspectiva da prevenção da poluição, os autores do texto esclarecem, ainda, aos leitores:

A solução ideal para o combate aos insetos seria o desenvolvimento de agentes altamente específicos que viessem a atacar apenas as espécies nocivas, não permitissem o desenvolvimento de resistência e **não colocassem em risco a preservação do meio ambiente**. Ante essas condições, os feromônios ocupam lugar de destaque. Por serem substâncias naturais que regulam comportamentos essenciais para a sobrevivência da espécie, é pouquíssimo provável que os insetos possam vir a desenvolver algum tipo de resistência a eles, à semelhança do que ocorre com agrotóxicos tradicionais. Por outro lado, a possibilidade de haver danos ambientais estaria completamente descartada (FERREIRA, ZARBIN, 1998, p.5, *grifo nosso*).

Embora os autores não esclareçam acerca dos danos à saúde humana, interpretamos que a perspectiva de produzir e usar um produto, como os feromônios, no âmbito da produção agrícola, também abrange a prevenção de riscos aos seres humanos, e não só à natureza.

De outra parte, destaquemos alguns aspectos referentes à classificação de informações do conteúdo de textos sobre energias renováveis, no âmbito desta subcategoria, como é o caso de “Energia renovável: quando a luz se transforma em reagente químico” (PS.9); “Nuclear. Não somente 'Little Boy' e 'Fat Man'”. Presente e futuro de uma discutida fonte energética” (D.6)⁶⁰ e “Biodiesel: possibilidades e desafios” (QS.12), por exemplo. Apesar das controvérsias relativas às fontes alternativas de energia, no sentido destas serem, de fato, tecnologias **limpas**, categorizamos as ideias de dimensão científica e

⁶⁰ Títulos em italiano, respectivamente: *Energia rinnovabile: Quando la luce diventa reagente chimico e Nucleare. Non solo "Little Boy" e "Fat Man". Presente e futuro di una discussa fonte energetica.*

técnica referentes as mesmas como “A perspectiva da prevenção” tendo em vista o entendimento de Tundo e Romeno quanto à valorização de reservas de matérias-primas renováveis e de fontes alternativas de energia. O entendimento e posicionamento em torno às referidas controvérsias é mais um aspecto que podemos relacionar diretamente ao papel do professor e sua formação na compreensão das mensagens dos textos assim caracterizadas.

4.1.3 Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica

A emergência do ideário ambientalista e sua consequente absorção por diferentes setores sociais, bem como a evolução das concepções e princípios ambientais, trouxeram consigo o “vislumbre” do caráter multidimensional da crise ambiental contemporânea e o caráter interdisciplinar dos problemas do meio ambiente (CARVALHO, 2008; BRÜGGER, 1994; LAYRARGUES, 2004a). Trata-se, segundo Carvalho (2008), do transbordar da palavra *ecologia* para além dos limites das Ciências da Natureza, particularmente, da Biologia. Neste sentido, mais que informações de dimensão científica e técnica – as quais são legítimas e importantes –, atualmente, ideias e/ou argumentos de **outras** dimensões também têm sido articulados em discussões acerca de temáticas/assuntos relacionados ao meio ambiente tanto no sentido da problematização quanto de melhor compreensão dos mesmos. Esta articulação, pois, foi uma das características que identificamos em um conjunto de 27 (vinte e sete) textos analisados das revistas QNEsc e Green, o que correspondente a cerca de 56% da amostra. Isto é, o conteúdo dos mesmos caracterizou-se por apresentar, de forma explícita e interligada às informações de caráter eminentemente científico e técnico, aspectos, questões ou assuntos de dimensão social, política, cultural, econômica e/ou ética relativos às temáticas/problemáticas abordadas.

Em *Ataque à pele* (QS.1), por exemplo, não apenas fatores físico-químicos e biológicos das interações entre a radiação solar e a pele humana são discutidos na mensagem do texto. Também são apontados aspectos sócio-historicamente determinados relativos àquelas interações, conforme identificamos e analisamos no seguinte trecho do artigo:

Uma investigação histórica do banho solar entre os seres humanos traz conclusões bastante curiosas. Mesmo em uma rápida retrospectiva, verifica-se que a pele branca muitas vezes indicou

posição de destaque na sociedade. Enquanto trabalhadores, servos e escravos passavam a maior parte do seu tempo ao sol, os aristocratas procuravam a sombra, carregando guarda-sóis, usando chapéus ou viseiras e ficando em lugares cobertos. Para muitos, entretanto, a Revolução Industrial levou embora a busca da palidez. Os trabalhadores, agregados em fábricas, passavam longos períodos em lugares fechados. A industrialização barateou o custo da sombra e aumentou o preço da luz solar. Quem tinha um bronzeado mostrava que tinha tempo livre e saúde para viajar aos locais onde pudesse tomar muito sol. Esta é uma versão da história. Uma outra é que na alta sociedade europeia, na década de 20, o chique era ter a tez branco-leite. Somente pessoas simples, que trabalhavam nos campos, eram bronzeadas. Então, a estilista Coco Chanel, depois de um cruzeiro pelo Mediterrâneo, apareceu com um bronzeado dourado. Sempre ditando tendências, Chanel fez de sua cor a coqueluche do momento. Foi aí que começou a nova era do bronzeado.

Hoje em dia, o sentido do bronzeado está intimamente ligado a tempo de lazer ou a férias. Nessas ocasiões, as pessoas gastam mais tempo preocupando-se com a estética (COSTA, SILVA, 1995, p. 3).

Embora a discussão constante no texto se dê, sobremaneira, em torno dos efeitos da luz solar sobre a pele humana – como bronzeamento, eritemas e diferentes tipos de câncer –, interpretamos que as ideias supracitadas também podem denotar a importância de elementos de **dimensão cultural** para compreensão das interações a que o texto se refere. Razão pela qual não as caracterizamos como uma mera “curiosidade histórica” a constar no artigo; tal qual não compreendemos como simples “força de expressão” algumas das ideias identificadas no conteúdo do texto intitulado *Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo?* (QS.11), conforme exemplificamos a partir do fragmento abaixo:

Vivemos numa sociedade que estimula a produção e o consumo em grande escala de uma infinidade de produtos feitos de diferentes tipos de materiais. A filosofia do descartável e do excesso de embalagens predomina em diversos setores do

mercado, o que implica na produção de mais rejeitos. Os resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas estão diretamente relacionados aos hábitos de consumo de cada cultura e são considerados como um problema social (NASCIMENTO, VIANA, SILVA, BRASILEIRO, 2007, p. 5).

A partir de ideias como as expressas no trecho acima, interpretamos que os autores disponibilizam aos seus leitores argumentos sobre a confluência de questões culturais/sociais e naturais no que tange às causas do problema dos resíduos sólidos, especificamente aqueles provenientes de embalagens cartonadas. Uma confluência que é igualmente discutida em *Lixo: desafios e compromissos* (CT1.2), cujas informações que identificamos e classificamos como para além da dimensão científica e técnica envolvem ainda, por exemplo, aspectos sobre as condições de trabalho de catadores de lixo do Brasil. Além disso, entendemos que os argumentos presentes em ambos os textos mencionados possibilitam inferir que a produção de lixo, hoje, não se trata apenas de um problema gerado pelo aumento populacional e “resolvível” com tecnologia adequada (por exemplo, aquela utilizada em processos de reciclagem); mas está ligado a uma problemática mais ampla: uma crise de civilização (LEFF, 2001; LAYRARGUES, 2004a; BRÜGGER, 1994).

Neste mesmo sentido, outro artigo que vale ser mencionado é *Biodiesel: possibilidades e desafios* (QS.12), cujos argumentos identificados e caracterizados como para além da dimensão científica e técnica possibilitam a inferência de que a questão energética é, outrossim, mais um dos problemas ambientais globais a integrar uma crise civilizacional. Uma interpretação que podemos depreender, por exemplo, do trecho a seguir, extraído das considerações finais do texto, mas que sintetiza algumas das questões de dimensão social e econômica imbricadas nas discussões referentes à temática das fontes alternativas de energia:

Pensar no biodiesel como solução energética significa investir em pesquisas científicas e tecnológicas; discutir efeitos ambientais na produção agrícola; buscar modelos produtivos alternativos, que não só o da prejudicial monocultura; propiciar condições para que pequenos lavradores possam também participar do

processo, não privilegiando somente a agroindústria; enfim, significa pensar em um modelo de desenvolvimento socialmente sustentável. Para isso, mais do que discutir sobre mudança de matriz energética, devem ser discutidos os meios de diminuir o consumo de energia (OLIVEIRA, SUAREZ, SANTOS, 2008, p. 8).

Apesar dos autores não apresentarem informações mais detalhadas e/ou argumentos com maior profundidade teórica dos aspectos apontados no trecho supracitado, as ideias expressas parecem, no mínimo, colocá-los como relevantes para a compreensão da temática. Assim como parecem colocar sob questionamento os atuais modelos produtivos da agroindústria e da monocultura, os conhecimentos científicos e as tecnologias hoje disponíveis, e o modelo vigente de desenvolvimento social no que tange à solução da questão energética. Razão pela qual consideramos plausível a inferência a que nos referimos anteriormente.

De outra parte, mas também no conjunto das produções textuais referentes à grande temática da “Crise energética”, consideramos relevante destacar a sigularidade do conteúdo do artigo intitulado *Biocombustível, o mito do combustível limpo* (QS.12). Uma sigularidade que se expressa tanto pela forma como as informações técnicas são articuladas aos argumentos de outra natureza quanto pelo caráter problematizador destes últimos, conforme exemplificamos a seguir:

Combustível limpo, verde ou ecologicamente correto são formas como os meios de comunicação se referem ao biocombustível e, mais especificamente, ao álcool. **O aspecto ambiental positivo destacado na imprensa sobre o uso de biocombustível faz com que ele se apresente ao leitor como algo benéfico ao ambiente. Criou-se um verdadeiro mito, uma idéia falsa sem correspondente na realidade.** No entanto, por que o biocombustível, e em especial o álcool, ganhou essa fama de benéfico ao meio ambiente? Quais as qualidades que fazem a imagem de “bom mocinho” do biocombustível? Por que ele é o único combustível sempre tratado como limpo, ecologicamente correto, não poluente e outros adjetivos, que deixaram o usuário sem remorso de usar o carro mesmo que

seja para passear com o cachorro? **Dentro desse contexto ambiental, outra questão está sendo feita: o Brasil deve assumir o papel de grande produtor mundial de biocombustíveis? Respostas para essas questões requerem conhecimento técnico para subsidiar a discussão. Entretanto, é importante que um grande número de pessoas participe da discussão, já que os possíveis benefícios e os prejuízos podem afetar grande parte da população.**

Conhecer os diferentes aspectos da questão é fundamental neste momento tão delicado para o nosso país, que está construindo o seu futuro, e para o planeta, que vive uma expectativa com a iminência de uma mudança global no clima e que pode comprometer o futuro da população mundial. A participação nas discussões sobre o destino da nação é a garantia da nossa cidadania, e a discussão fundamentada sobre questões globais é importante para assegurar a sobrevivência da nossa espécie como habitante do planeta Terra (CARDOSO, MACHADO, PEREIRA, 2008, p. 9, *grifo nosso*).

A leitura que fazemos a partir de ideias como as manifestadas no fragmento acima refere-se ao papel da sociedade civil na tomada de decisões acerca dos problemas ambientais, dentre os quais a questão energética. Um papel que, para se exercido, necessita de conhecimentos técnicos para fundamentação das discussões para além das informações divulgadas pela imprensa; mas também requer participação política para que as decisões não fiquem pautadas apenas em benefícios econômicos e/ou em interesses de determinados grupos sociais. Tratar-se-iam, portanto, de argumentos que apontam para aspectos da dimensão política que permeiam os problemas ambientais.

Ainda tangenciando esta dimensão, informações referentes a ações inter e intragovernamentais também são identificadas no conteúdo de determinados textos analisados, como em *A Química no efeito estufa* (QS.3). Apesar do domínio de informações relativas aos processos químicos envolvidos no assunto em questão, identificamos apontamentos como o que segue:

Além do alerta das organizações ambientalistas, há a preocupação de órgãos intergovernamentais

como as Nações Unidas e a Organização Meteorológica Mundial (OMM). Em 1988, a OMM e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente criaram o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC), para: a) avaliar a informação científica disponível no campo de mudança do clima, b) avaliar os impactos ambientais e socioeconômicos de mudanças do clima e c) formular estratégias de resposta. Em agosto de 1990, o IPCC terminou seu *Primeiro Relatório de Avaliação*, que serviu de base para a negociação da Convenção Quadro da ONU sobre Mudanças do Clima, adotada em Nova York em maio de 1992, que visa proteger o sistema climático para gerações presentes e futuras. O *Segundo Relatório de Avaliação* foi divulgado pelo IPCC em 1995, incluindo questões técnicas relacionadas aos aspectos socioeconômicos da mudança de clima. Ambos os relatórios se tornaram padrões de referência, amplamente usados por legisladores, cientistas e outros especialistas. O terceiro relatório está previsto para o ano 2000, mas o IPCC, em seu segundo relatório, já concluiu que os aumentos globais de temperatura ocorridos no último século “são improváveis de serem totalmente devidos à variabilidade natural — um padrão de resposta climática a atividades humanas é identificável no registro climatológico” (TOLENTINO, ROCHA-FILHO, 1998, p. 14).

Conforme se pode depreender do fragmento acima, a mensagem do texto não apenas se refere à existência de uma preocupação internacional em torno às mudanças climáticas; mas igualmente manifesta a existência de uma inter-relação entre aspectos socioeconômicos e a problemática abordada. Aspectos estes que necessitam ser tratados e abordados, por conseguinte, não apenas no campo científico como político, em níveis intra e intergovernamentais.

Caracterizamos ainda como “Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica” mensagens como a observada no seguinte fragmento:

A partir de todas as questões abordadas, é evidente o papel ímpar dos educadores na conscientização da sociedade quanto às questões

ambientais. É imprescindível que os profissionais de todas as áreas do saber tragam esse tema para o cotidiano das salas de aula. Temos que dar nossa contribuição para a construção de uma cidadania ‘ecologicamente correta’, pela eliminação de hábitos cristalizados de desperdício de nossas reservas naturais e da triste mania de “retirar o lixo de nossa casa jogando-o no quintal do vizinho” (AZEVEDO, 1999, p. 25).

Tal trecho é encontrado no artigo *Poluição versus tratamento de água: duas faces da mesma moeda* (QS.4); e assim o caracterizamos, na medida que entendemos que o mesmo aponta para uma dimensão ética, bem como para o papel da educação no que tange ao enfrentamento dos problemas relativos ao meio ambiente. Argumentos que também encontramos em *Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia* (QS.6), conforme depreendemos do seguinte fragmento:

Existem algumas propostas relacionadas ao controle e remediação da poluição do mercúrio. No entanto, a questão do mercúrio passa antes por um processo de educação ambiental de todos os agentes envolvidos: garimpeiros, pescadores, índios, ribeirinhos e principalmente pela ação fiscalizadora da sociedade. A recuperação das áreas contaminadas por mercúrio em Minamata foi obtida com medidas drásticas, como pesadas multas para a empresa poluidora, proibição de pesca, compensação financeira para os pescadores e dragagem (SOUZA, BARBOSA, 2000, p. 6).

Por fim, mencionemos ainda a presença de informações para além da dimensão técnica na mensagem dos textos analisados da revista Green. de Green, analisados na presente pesquisa (sete de nove). De fato, uma característica marcante no conteúdo das produções textuais publicadas na seção “DOSSIER” é a quantidade de ideias e argumentos utilizados pelos autores para compor a discussão das temáticas a que se referem, envolvendo aspectos e questões do contexto italiano, em particular, e europeu, de modo geral. A título de exemplificação, citamos o texto intitulado “Desenvolvimento sustentável – a revolução energética que mudará nossa vida”⁶¹ (D.1), cujo autor expõe para o

⁶¹Sviluppo sostenibile - La rivoluzione energetica che cambierà la nostra vita, título em italiano.

leitor uma série de informações relativas a questões históricas sobre a crise energética no mundo e questões políticas e econômicas da Itália envolvendo a produção de energia.

4.2 A ABORDAGEM DAS TEMÁTICAS AMBIENTAIS NOS TEXTOS ANALISADOS: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS

Dentro de um espectro de diferentes concepções possíveis, pautados em Carvalho (2008), Reigota (1997) e Moraes, Lima Jr. e Schaberle (2000), vemos que a **naturalista** e a **socioambiental** (CARVALHO, 2008) ou **globalizante** (REIGOTA, 1997) são as duas principais visões de meio ambiente que podem servir como “lentes” na apreensão das relações entre sociedade/cultura e natureza e, por conseguinte, na compreensão dos problemas denominados de *ambientais*. Visões estas que vislumbramos como situadas em posições opostas, tendo em vista que a primeira sustenta uma completa dicotomia entre ser humano e ambiente enquanto que a última, uma relação de complexidade, em que “a natureza e os humanos, bem como a sociedade e o ambiente, estabelecem uma relação de mútua interação e co-pertença, formando um único mundo” (CARVALHO, 2008, p. 36).

A partir de reflexões de Olivier Godard, publicadas em *Autonomie socioeconomique et externalisation de l' environnement: la théorie neo-classique mise en perspective* (1984), Moraes, Lima Jr. e Schaberle (2000) nos propiciam uma melhor compreensão destas distintas visões ou representações sociais de meio ambiente, ao abordarem este como um “conceito” essencialmente relacional, ou seja, dependente de um sistema de referência para ser definido. Assim, tomando-se os seres humanos como referência para a “definição” de meio ambiente, os autores apontam dois entendimentos possíveis:

- 1) o meio ambiente como co-sistema de mesmo nível hierárquico que o sistema de referência e exterior a ele, e
- 2) o meio ambiente como sistema englobante que não pode ser compreendido sem se incluir o sistema de referência que faz parte dele (MORAES, LIMA JR., SCHABERLE, 2000, p. 91).

Neste sentido, teríamos que a visão naturalista é o resultado daquela primeira interpretação enquanto que a concepção

socioambiental (CARVALHO, 2008) ou a representação social globalizante (REIGOTA, 1997) resultam do segundo modo de interpretar as relações entre o sistema de referência e seu meio ambiente. E, conforme discutimos no primeiro capítulo é na perspectiva de superação daquela primeira visão que tem se dado a evolução dos princípios e ideias envolvendo a temática ambiental.

Apesar disso, segundo Brügger (1994), uma leitura mais atenta de diversos artigos e projetos que se referem à questão ambiental ainda nos possibilitam interpretações que revelam um universo potencialmente contraditório com este “conceito” amplo de meio ambiente – no sentido de abranger uma totalidade que inclui os aspectos naturais e os resultantes das atividades humanas. Para a autora, a presença de expressões, palavras e verbos, tais como “aplicação de soluções eficazes”; “proteção”; “administração e treinamento de recursos (naturais e humanos, respectivamente)”; “saneamento”, etc. denotam, sobretudo, um confinamento da visão de meio ambiente às suas dimensões naturais ou técnicas e, por conseguinte, uma perspectiva naturalista do mesmo. Particularmente, concordamos que uma leitura mais atenta de alguns artigos relacionados à temática ambiental possibilitam interpretações que revelam uma visão naturalista de meio ambiente ou que dela se aproximam, tendo em vista os resultados de nossa análise quanto às características dos conteúdos dos textos. Resultado este sintetizado na Tabela 5, abaixo:

Tabela 5. Classificação das informações constantes no conteúdo de cada texto por categorias e subcategorias de análise.

Texto	“tema ambiental”	Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica	Informações de dimensão científica e técnica		
			Estudo do ambiente natural	Controle da poluição: análise, monitoramento e remediação	A perspectiva da prevenção
QS.1	Saúde humana: doenças decorrentes da interação com o ambiente natural	X	X		
QS.2	Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes		X		X
QS.3	Atmosfera terrestre	X	X		
QS.4	Recursos hídricos	X	X	X	
QS.5	Lixo				X
QS.6	Contaminação por mercúrio	X	X	X	
QS.7	Papel: produção industrial e aspectos ambientais	X		X	
QS.8	Lixo				
QS.9	recursos hídricos		X	X	
QS.10	Lixo			X	X
QS.11	lixo	X		X	

QS.12	Crise energética	X			X
QS.13	Crise energética	X	X		X
QS.14	Lixo		X	X	
QS.15	Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes			X	X
CT1.1	Atmosfera terrestre		X		
CT1.2	Lixo	X	X	X	
CT1.3	Recursos hídricos	X	X	X	
CT1.4	Recursos hídricos	X	X	X	
CT1.5	Atmosfera terrestre		X	X	
CT5.1	O papel da Química	X			
CT5.2	Solos		X	X	X
CT5.3	Recursos hídricos		X	X	
CT5.4	Atmosfera terrestre		X		
D.1	Crise energética	X			X
D.2	Pigmentos: toxicidade e implicações ambientais de sua uso	X			
D.3	Atmosfera terrestre	X	X		

D.4	Atmosfera terrestre		X	X	
D.5	Atmosfera terrestre	X	X		
D.6	Crise energética	X		X	X
D.7	Crise energética				X
D.8	Saúde humana: doenças decorrentes da interação com o ambiente	X	X		
D.9	Atmosfera terrestre	X	X	X	
PS.1	O papel da Química				X
PS.2	Crise energética	X			X
PS.3	Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes	X			X
PS.4	Crise energética		X		X
PS.5	Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes				X
PS.6	Crise energética				X
PS.7	Novos materiais, tecnologias			X	X

	limpas e produtos verdes				
PS.8	Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes				X
PS.9	Crise energética		X		X
PS.10	Biodiversidade e ecologia	X			
PS.11	lixo	X		X	
PS.12	lixo	X		X	
PS.13	Novos materiais, tecnologias limpas e produtos verdes	X		X	
PS.14	Saúde humana: doenças decorrentes da interação com o ambiente natural	X	X		
PS.15	Recursos hídricos	X	X		
		27 textos	25 textos	21 textos	19 textos

A dicotomia entre as relações sociais e naturais, característica de uma visão naturalista de meio ambiente, pode ser lida de diferentes formas no conteúdo de um texto sobre “temas ambientais”, como o são os artigos analisados das revistas QNEsc e Green. Uma delas, por exemplo, poderia ser ante a constatação de “silêncios”, no *corpus* de investigação, relativos à discussão de aspectos sociais, econômicos, políticos e culturais. Ou seja, ante a identificação e caracterização de argumentos restritos a aspectos naturais e técnicos. Este é o caso, por

exemplo, de 21 (onze) artigos do *corpus* de investigação, os quais somente disponibilizam, em seu conteúdo, informações de dimensão científica e técnica.

Outra maneira, todavia, poderia envolver uma leitura e, portanto, interpretação de um conjunto de características das mensagens propriamente ditas dos textos, as quais, levassem a inferir aproximações ou distanciamentos de uma abordagem predominantemente técnica e “naturalizante”. É, neste sentido, que consideramos os dados da Tabela 5 (acima). Consideradas em seu conjunto, entendemos que as mesmas podem pressupor, para o caso de 27 textos da amostra, uma visão mais abrangente de meio ambiente, distanciando-se da concepção naturalista. Dizemos isto tendo em vista a presença, no conteúdo destas produções textuais, de ideias e/ou argumentos que extrapolam a dimensão científica e técnica das temáticas ambientais que abordam. Este distanciamento, porém, não se caracterizou de forma homogênea ou igual no contexto de todos os 27 artigos.

Neste sentido é que consideramos relevante destacar a necessidade de ampliação do papel do professor e sua formação na compreensão e, também, no uso crítico do conteúdo destes textos. Esse papel se manifesta, sobretudo, na viabilização de estratégias de ensino que, de acordo com Moraes (2004), venham a possibilitar o enfrentamento dos enfoques que se aproximam de uma visão naturalista de meio ambiente, por meio da utilização do conceito de dimensão relacional.

Por analogia, a problemática relacional é representada por Moraes (2004) como um “iceberg” que, visto de cima, só pode ser percebido pelas suas partes emergentes, separadas e independentes, mas que numa perspectiva mais profunda pode-se perceber que as partes estão conectadas entre si e que constitui um todo que é o “iceberg”:

Assim, questões como o desmatamento, a poluição atmosférica, a poluição das águas, a biodiversidade e a camada de ozônio, normalmente tratadas como questões ambientais, são vistas como questões distintas de outras questões como a violência urbana, a estrutura agrária, a miséria, a crise energética, a corrupção, e assim têm merecido tratamentos diferenciados e independentes. Contudo, ao se analisar de uma forma crítica as origens dessas questões, pode-se considerar que elas estão interconectadas e que podem ser pensadas como parte de um todo, o “iceberg” [...] (MORAES, 2004, p. 4).

Nessa ótica, as temáticas ambientais e as informações de dimensão científica e técnica caracterizadas no conteúdo dos textos necessitam ser interpretadas como apenas uma das partes emergentes do “iceberg”.

A maneira como “olhamos”, pensamos e, por conseguinte, interagimos com o mundo está intimamente relacionada com nossas ideias ou nossos conceitos acerca do mesmo e das “coisas” que o constituem. De acordo com Carvalho (2008):

Nossos conceitos são assim como lentes em nossa visão da realidade. Tão habituados ficamos com os nomes e as imagens por meio das quais nos acostumamos a pensar as coisas do mundo, que esquecemos que esses conceitos não são a única tradução do mundo, mas apenas modos de recortá-lo, enquadrá-lo e, assim, tentar compreendê-lo [...] (p. 33).

Neste sentido, tendo em vista especificamente as tentativas de compreensão dos problemas ambientais, a partir da afirmação da autora, vemos que nosso “olhar” e pensamento sobre os mesmos encontram-se diretamente atrelados às concepções ou ideias que temos do que é **meio ambiente**. E, inclusive, adjetivar ou não determinados problemas como *ambientais*, por si só, já pode expressar uma visão daquele.

Entre a chuva ácida, as mudanças climáticas, o esgotamento de água potável, a contaminação dos solos por substâncias tóxicas, o mal de Parkinson, as pandemias e o câncer de pele para a maioria dos professores de Química do país quiçá pareça *a priori* muito mais “natural” caracterizar como *problemas do meio ambiente* os quatro primeiros do que estes três últimos. Dizemos isto tendo em vistas os resultados das pesquisas sobre concepções e representações sociais de meio ambiente apresentadas no primeiro capítulo desta dissertação (CAMPOS, 1997; REIGOTA, 1997; MORAES, LIMA JUNIOR, SCHABERLE, 2000; CRESPO, NOVAES, 2001; LEAL, 2002; MARQUES *et al.*, 2007; COELHO, 2005; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009). Entretanto, esta visão “naturalizada” é apenas uma das formas de se ver e pensar as referidas situações da realidade. Uma visão que entendemos necessita ser problematizada para, então, ser rompida e superada pela afirmação de uma concepção mais abrangente: a socioambiental. Parafraseando Carvalho (2008), as lentes precisam ser trocadas, e “isso significa 'desnaturalizar' os modos de ver que tínhamos

como óbvios” (p. 34), ante “um esforço de superação da dicotomia entre natureza e sociedade, para poder ver as relações de interação permanente entre a vida humana social e a vida biológica da natureza” (p.37).

Tais ideias, todavia, não se constituem como algo espontâneo; mas, sim, como um produto da cultura, sendo construídas e determinadas sócio-historicamente. Isto significa dizer que, se atualmente existe uma tradição naturalista fortemente estabelecida nas discussões sobre a problemática ambiental, inclusive entre professores da escola básica (CAMPOS, 1997; REIGOTA, 1997; MORAES, LIMA JUNIOR, SCHABERLE, 2000; MARQUES *et al.*, 2007; COELHO, 2005; COELHO, MARQUES, DELIZOICOV, 2009), esta se constituiu a partir de um horizonte histórico mais abrangente relativo aos “modos pelos quais grupos sociais pensaram e manejaram suas relações com a natureza” (CARVALHO, 2008).

De outra parte, outra interpretação que podemos fazer a partir dos resultados da análise de conteúdo dos textos investigados diz respeito às possíveis contribuições ao desenvolvimento profissional de professores de Química da Educação Básica, no sentido da disponibilização de conhecimentos químicos contemporâneos relacionados à problemática ambiental. Conforme pesquisa realizada por Leal (2002), envolvendo programas de ensino de cursos de Licenciatura em Química de 9 universidades da região Sul do Brasil, esta é, pois, uma das lacunas identificadas no âmbito da formação inicial de futuros professores. E que, por conseguinte, se reflete na sua prática pedagógica. Assim, “Informações de dimensão científica e técnica” como aquelas que caracterizamos no conteúdo de textos das revistas QNEsc e Green poderiam contribuir para “o preenchimento destas aberturas” na formação inicial dos referidos profissionais. Uma interpretação que fizemos especialmente no que se refere aos 19 artigos que se caracterizaram por apresentar “A perspectiva da prevenção” em seu conteúdo. Dizemos isto uma vez que entendemos que as mesmas podem possibilitar, além de uma atualização e aprofundamento teórico-conceitual, “**rupturas**” de significado epistemológico e pedagógico. Isto é, novas compreensões quanto à construção do conhecimento químico, ante a superação da neutralidade da C&T; e quanto às práticas de sala de aula dos professores de Química, ante a consideração das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (da qual não se pode dissociar o meio ambiente) em iniciativas didático-metodológicas.

Ao disponibilizar ao professor-leitor informações de dimensão científica e técnica, bem como ideias e argumentos para além desta dimensão, entendemos que o conteúdo dos textos analisados também podem contribuir para a elaboração de atividades didático-metodológicas fundamentadas, por exemplo, nos **três momentos pedagógicos** propostos por Delizoicov (1991).

De acordo com o que expomos no segundo capítulo desta dissertação, defendemos que os conteúdos específicos da Química, inclusive aqueles que se referem à Química Ambiental e à Química Verde, devem ser organizados em função de *temas de ensino* extraídos, preferencialmente, do contexto social vivenciado pelos alunos da escola. Logo, ao interpretarmos as possíveis contribuições da mensagem de textos como os que analisamos nas revistas QNEsc e Green, nossa perspectiva jamais se refere ao tratamento de suas informações como assuntos isolados a serem incorporados pelo professor nas aulas de Química.

Além disso, outro fator que estamos a considerar é **a forma** como os referidos conteúdos são abordados, uma vez que a tomamos como igualmente importante para possibilitar a formação de cidadãos críticos e transformadores. Enquanto **informações** expressas nas produções textuais investigadas, não podemos afirmar que, por si só, elas contribuem para o processo de construção de conhecimentos científicos pelos alunos. Ou seja, para a compreensão dos significados que os conteúdos científicos apresentam. Entretanto, entendemos que elas podem assim se caracterizar tendo em vista seu uso em atividades didático-metodológicas fundamentadas, por exemplo, nos momentos pedagógicos de: **a)** problematização inicial; **b)** organização do conhecimento e **c)** aplicação do conhecimento.

Após ser definida a unidade de ensino a ser desenvolvida – por exemplo, por meio da Investigação e Redução Temáticas propostas por Paulo Freire (2005) – Delizoicov (1991) defende que os alunos, sujeitos do processo de ensino e aprendizagem, devem ter uma ocasião para se pronunciarem sobre o tema. Neste sentido, o autor propõe a **problematização inicial** como um primeiro momento do trabalho pedagógico em sala de aula, cuja função específica é

problematizar as explicações fornecidas, chamando a atenção e contrapondo distintas interpretações dos alunos, aguçando possíveis explicações contraditórias, procurar as limitações das explicações. A finalidade é promover o distanciamento crítico do aluno do seu

conhecimento prevalente e enfim formular problemas que os alunos não formulam e, problematizadamente, ao longo do processo educativo, desenvolver as soluções que o conhecimento científico a eles têm dado (DELIZOICOV, 1991, p. 179).

Interpretando a proposição de Delizoicov (1991), Lorenzetti (2000) acrescenta ainda que:

através da problematização, o professor poderá identificar quais conhecimentos o aluno já construiu sobre aquele assunto, estando ele próximo do conhecimento sistematizado ou não, fruto das relações que mantém com o meio físico ou social. Por outro lado, através da problematização, **o aluno pode sentir-se motivado a resolver os problemas apresentados pelo professor, buscando as soluções para o problema proposto** (p. 111)

Dos 48 textos de QNEsc e Green analisados, interpretamos que, sobretudo, os 27 cujo conteúdo caracterizou-se por apresentar “Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica” podem contribuir para elaboração de iniciativas, em sala de aula, voltadas à problematização a que se refere Delizoicov (1991). Isto quando a unidade de ensino previamente definida estiver relacionada à temática abordada no artigo.

Por outro lado, entendemos que as “Informações de dimensão científica e tecnológica” tanto destes artigos quanto dos outros 21 podem auxiliar o docente em relação ao preparo de atividades, cujo principal objetivo é organizar e aplicar os conhecimentos científicos relacionados aos *temas “ambientais” de ensino* trabalhados em sala de aula. Isto é, tais materiais podem servir de apoio aos professores de Química na elaboração de iniciativas orientadas pelos dois momentos pedagógicos subseqüentes propostos por Delizoicov (1991) e Delizoicov e Angotti (1990), quais sejam, o de organização do conhecimento e de aplicação do conhecimento.

A **organização do conhecimento** trata-se do momento durante o qual os conhecimentos das Ciências da Natureza, em geral, e da Química, em particular, inicialmente identificados e planejados são problematizados e sistematizados, sob a orientação do docente, para que o aluno possa compreender conceitos, definições e relações que os

mesmos comportam. E é neste sentido que vislumbramos o grande potencial do conteúdo dos artigos analisados, na medida em que neles caracterizamos o “Estudo do ambiente natural”, o “Controle da poluição: análise, monitoramento e remediação”; e “A perspectiva da prevenção” – três perspectivas diferenciadas pelas quais podemos estabelecer relações entre o conhecimento químico e a problemática ambiental.

Ademais, vale destacar que, neste segundo momento pedagógico, as atividades são planejadas (e posteriormente executadas) para que o aluno possa, por um lado “perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados e, de outro, [...] comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo, para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações” (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990, p. 55 *apud* LORENZETTI, 1990, p. 112).

Por fim, na **aplicação do conhecimento**, o conhecimento sistematizado – que estaria sendo compreendido e incorporado pelo aluno – passa a ser utilizado para “analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento” (DELIZOICOV, ANGOTTI, 1990, p. 55 *apud* LORENZETTI, 1990, p. 112). Um momento para o qual novamente argumentamos sobre a contribuição dos textos de QNEsc e Green analisados, no que tange à elaboração de iniciativas voltadas aos mencionados fins, especialmente tendo em vista a apresentação e interrelação que pode ser estabelecida entre os diferentes “temas ambientais” abordados nos textos.

Todas estas interpretações que fazemos sobre possíveis contribuições dos conteúdos dos artigos investigados ao planejamento de atividades didático-metodológicas dependem também e, sobretudo, do papel do professor e sua formação na compreensão e no uso crítico e transformador dos mesmos. Um papel que não temos condições de analisar na presente pesquisa, mas que nem por isso podemos deixar de enfatizar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa possibilitou a incursão teórica na temática ambiental, atendo-se à compreensão socioambiental da mesma. Neste sentido, também permitiu apontar para possíveis relações da problemática ambiental com os campos científicos e educacionais, no que tange, respectivamente, às implicações ambientais da C&T e às relações entre a Química e o meio ambiente; e às perspectivas de Educação Ambiental e à abordagem de temáticas ambientais no ensino de Química.

Conforme preconiza Cortes Jr. (2008):

Desenvolver a educação, permitindo que o aluno reconheça e compreenda as interações e transformações que ocorrem no meio ambiente, mantendo a atenção permanente à formação de valores, atitudes e habilidades individual e coletiva e, principalmente, permitindo desempenhar um papel efetivo na preparação e no manejo de processos de desenvolvimento que sejam compatíveis com a preservação do potencial produtivo e dos valores estéticos do meio ambiente, exige um novo olhar acerca da Educação Química; **um novo tratamento desse conhecimento e de sua abordagem no ensino, em que no processo educativo estejam incorporados aos ideais da Educação Ambiental e do desenvolvimento sustentável** (p. 20, *grifo nosso*).

Embora concordemos com o autor acerca dos objetivos educacionais a que se refere e com a necessidade de uma nova abordagem dos conhecimentos químicos nos processos de ensino, acrescentaríamos à sua reflexão a necessidade de superação das visões dicotômicas sobre as relações entre sociedade/cultura e natureza, para que, de fato, os processos educativos possibilitem uma formação crítica voltada à transformação das condições socioambientais vivenciadas na contemporaneidade. Esta é uma das ideias sustentada pela vertente Crítico-Transformadora de Educação Ambiental, a qual tomamos como nossa no decorrer deste trabalho.

De outra parte, a compreensão de um ensino de Química numa perspectiva crítica e socioambiental implica a necessidade de contextualização dos conhecimentos químicos seja a partir de realidades

particulares/locais ou gerais/globais. Nestas, pois, situam-se uma série de contradições sociais, dentre as quais podemos destacar os chamados **problemas ambientais** ligados à crise ambiental de nossos tempos. Entretanto, também implica uma compreensão acerca da relação entre o desenvolvimento científico e tecnológico, especialmente da Química, e suas implicações ao meio ambiente. Uma compreensão com a qual a perspectiva Crítica do enfoque CTS tem dado contribuições significativas.

Nesta dissertação, portanto, defendemos que uma adequada abordagem de problemas/temáticas ambientais no ensino de Química deve ser relacionada tanto à sua função social, na perspectiva da formação de cidadãos críticos e transformadores, quanto ao próprio papel do desenvolvimento da Química e suas tecnologias no contexto da problemática ambiental. Contudo, isso não significa afirmar que a apreensão de conceitos, teorias, conhecimentos e práticas da Química sejam suficientes para a compreensão da crise ambiental de nossos tempos ou até mesmo de problemas da realidade local envolvendo o meio ambiente. Existe uma complexidade e diversidade de saberes envolvidos em contextos reais. Assim, um ensino de Química comprometido com a formação de sujeitos *conscientes* das relações entre sociedade/cultura e natureza, e das inter-relações entre a informação química e o contexto social (envolvendo determinados problemas ambientais) reúne condições para propiciar ao aluno o desenvolvimento de sua capacidade de participação; pode instrumentalizá-lo para tomada de “consciência” crítica das situações de degradação ambiental que fazem parte do seu contexto de vivência.

O que significam estas informações químicas e contexto social no que tange aos problemas ambientais? Compreender os problemas ambientais, ou pelo menos tentar entendê-los, passa por considerá-los não apenas em seus aspectos bióticos e abióticos. Passa por considerar igualmente aspectos do sistema social-humano que constituem o meio ambiente, tais como os de dimensão social, política, cultural, econômica e ética. Considerados como manifestações de contradições locais - que num conjunto levam a contradições a nível global de sociedade -, existe toda uma complexidade de fatores relacionados às causas dos problemas ambientais locais, regionais ou globais. Entretanto, para que estes fatores sejam considerados, também se faz necessária, dentre outros aspectos, uma visão globalizante (REIGOTA, 1997) ou socioambiental (CARVALHO, 2008) de meio ambiente. Sem a problematização destas concepções corre-se o risco de limitar o desenvolvimento da capacidade

de participação dos alunos considerando que limitada estará a compreensão do contexto referente aos problemas ambientais, por exemplo, vivenciados por eles. Uma problematização para a qual entendemos que possam contribuir as “Ideias e argumentos para além da dimensão científica e técnica” caracterizados nas mensagens de 27 artigos analisados, considerado-se o uso crítico e transformador das mesmas em iniciativas didático-metodológicas elaboradas pelo professor de Química.

Quanto à informação química, entendemos como sendo os conceitos e conhecimentos das áreas clássicas da Química, mas também aqueles da Química Ambiental (QA) e da Química Verde (QV). Isso porque estes têm sido produzidos principalmente em consequência de alguns problemas derivados da relação da Química com o meio ambiente. As informações químicas – conceitos, processos, princípios e tecnologias da QA e QV – podem instrumentalizar os alunos para uma atuação mais consciente e eficaz, inclusive, para tomada de decisões com fins preventivos e de precaução de novos problemas. É neste sentido que compreendemos a possível contribuição das “Informações de dimensão científica e técnica” identificadas no conteúdo dos textos que analisamos nesta pesquisa, especialmente, daquelas que classificamos como “A perspectiva da prevenção” manifestadas em 19 produções textuais.

Especificamente em relação à Química Ambiental, Cortes Jr. (2008) defende que:

o ensino de Química para a cidadania e formação ambiental possa ter como elemento configurador do conhecimento, a Química Ambiental, no entendimento da Química do e para o ambiente. Trabalhar a Química Ambiental no ensino médio é uma forma de implementar o novo paradigma de ensino de Química para cidadania no cotidiano da sala de aula, onde a possibilidade de transcender e incluir a Química na formação humanística do cidadão possa contribuir na formação ambiental e na conscientização holística e integrada da relação homem/natureza (p.28).

Conforme exposto por Layrargues (1998), porém, o pensamento ambientalista contemporâneo exige mais do que

corrigir as áreas desmatadas, proteger espécies ameaçadas de extinção, arborizar as cidades, construir ciclovias, reciclar o lixo ou purificar os

cursos d'água, trata-se, na ecologia profunda, de substituir os valores da sociedade industrializada de consumo por outros que sejam adequados à **evolução da ética ecológica** (p. 51, *grifo nosso*).

Uma perspectiva para a qual entendemos que possam contribuir as “Informações de dimensão científica e técnica” voltadas à prevenção de danos ambientais e, portanto, ligadas à Química Verde, na medida em que as mesmas apontam para alguns caminhos que os químicos, em específico, têm buscado seguir tendo em vista a premente ética ecológica (MACHADO, 2010).

Aqui cabe destacar que, como menciona Carvalho (2004), os conhecimentos ligados às Ciências da Natureza e suas aplicações tecnológicas constituem-se, dentre outros saberes culturais, objeto de compreensão crítica das relações socioambientais. Entender, por exemplo, a complexidade do equilíbrio do planeta em seus processos físico-químicos e termodinâmicos implica compreender conceitos químicos como soluções, dispersões, equilíbrio químico, oxi-redução, ácido-base, energia dos compostos, entre tantos outros. Esses conceitos auxiliam nos estudos dos processos naturais ou aqueles provocados por ações antrópicas. Ademais, ainda na perspectiva em que discute Carvalho (2004), não se trata de abordar tais conceitos em uma visão cientificista, tomada de forma ingênua, descontextualizada e não-problemática (acrítica). Mas, ao contrário, o que se defende é uma articulação conceitual que possibilite uma leitura crítica e socioambiental dos problemas do meio ambiente.

A partir disso há também a possibilidade de superação da visão neutra da própria ciência química, na medida em que o estudo de determinados problemas ambientais envolve a discussão das implicações do desenvolvimento científico e tecnológico. Esse é outro aspecto que atende aos objetivos de uma Educação em Química para formação de cidadãos críticos e transformadores. Neste sentido também se posicionam Santos e Schnetzler (2003):

Essa caracterização do ensino [para formação da cidadania] evidencia que o conhecimento químico seria trabalhado dentro de uma concepção de ciência que explicita seu papel social, o que significa a sua contextualização sócio-histórica. Tal concepção está inclusa em outro importante objetivo do ensino em questão, qual seja, o de compreender a ciência como uma atividade

humana resultante de um processo de construção social.

Esse objetivo desmistifica a visão da neutralidade científica e da sua infalibilidade, passando uma imagem ao cidadão de que só os cientistas podem resolver os problemas gerais da humanidade, cabendo a ele, cidadão, apenas aceitar o que aqueles decidirem como melhor para a sua vida. Assim, formar o cidadão é informá-lo de maneira que ele não mistifique o conhecimento, pois se o cidadão não conhece, ele vai delegar a sua capacidade de decisão para outros que conhecem (p. 95).

Freire (2006, 2002) enfatiza que a educação tem uma importante função frente às contradições sociais, isto é, a educação necessita buscar a elevação do nível de consciência dos educandos. Ele defende que as proposições referentes às práticas educativas devem possibilitar aos sujeitos a compreensão das situações às quais estão submetidos, de forma que possam estar instrumentalizados para transformá-las. Negar aos sujeitos a possibilidade de nos processos educativos discutir e entender o mundo em que vivem é o que Freire chama de opressão (FREIRE, 2006a). Portanto, se os problemas ambientais se mostram como contradições sociais vivenciadas pelos alunos das escolas básicas, as práticas dos educadores em Química devem possibilitar aos sujeitos a compreensão das mesmas, de modo que possam estar instrumentalizados para transformá-las.

A partir do entendimento que tivemos com a presente pesquisa, concluímos que muito ainda deve ser construído para possibilitar uma formação dentro da perspectiva a que se refere Paulo Freire, de modo geral, e de acordo com a visão Crítico-Transformadora de EA, em específico. No entanto, as possibilidades constatadas nos textos analisados das revistas QNEsc e Green são, sob nosso ponto de vista, significativas no sentido de contribuir para a elaboração de propostas didático-metodológicas, no ensino de Química, voltadas à formação de cidadãos críticos e transformadores. E a elaboração de uma proposta de trabalho junto a professores de Química da Educação Básica, valendo-se do conteúdo das produções textuais investigadas, abre algumas possibilidades de investigações futuras.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S. Divulgação científica: informação científica para a cidadania? **Revista Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 396-404, set./dez. 1996. Disponível em: <revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/465/424>. Acessado em novembro de 2009.

AMARAL, I. A. Educação Ambiental e Ensino de Ciências: uma história de controvérsias. **Pro-Posições**, v. 12, n.1(34), p.73-93, 2001.

ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2007.

_____; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica pra quê? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n.1, p. 105-115, 2001.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1997.

BECK, U. **Risk Society**. Sage: London, 1992.

BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. **Educación Química**, v.11, n.1, p.160-167, 2000.

BERNARDO, J.R.R; VIANNA, D. M.; FONTOURA, H.A. Produção e consumo da energia elétrica: a construção de uma proposta baseada no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). **Ciência e Ensino**, vol. 1, número especial, 2007.

BORGES, R.M.R. **Em debate: cientificidade e educação em ciência.** 2ª edição revista e ampliada. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino.** Rio de Janeiro: F. Alves, 1975.

BRANDI, A. P., BARLETTE, V. E. Degradação ambiental: uma abordagem por entropia. **Disciplinarum Scientia.** Série: Ciências Exatas, Santa Maria, v.2, n.1, p. 161-170, 2001.

BRASIL. Ministério da Cultura e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais (1ª a 4ª séries): meio ambiente e saúde.** Brasília, v.9, 1997.

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

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. Secretaria de Educação Básica. Departamento de Políticas Públicas do Ensino Médio. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio.** Vol. 2, Brasília, 2006.

BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira.** Brasília: DEA/MMA, 2004. 156 p.

BRÜGGER, P. **Educação ou Adestramento Ambiental?** Florianópolis: Letras Contemporâneas, 1994, 142p.

BRÜSEKE, F. Jo. O Problema do Desenvolvimento Sustentável. In: CAVALCANTE, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** São Paulo: Cortez, p. 29-40, 1995.

BUENO, W. C. Jornalismo científico: conceitos e funções. **Ciência e Cultura,** Campinas, 37 (9), p. 1420-1427, 1985.

CAMPOS, E. T. **A gestão territorial urbana no município de Florianópolis: uma abordagem sobre a expansão imobiliária e seus impactos ambientais.** Dissertação (Mestrado em Administração), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CAMPOS, M. **Abordagem das questões ambientais nas séries iniciais do 1º grau na região de Criciúma (SC).** Dissertação (Mestrado em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

CANELA, M. C.; RAPKIEWICZ, C. E.; SANTOS, A.F. A visão dos professores sobre a questão ambiental no ensino médio do Norte Fluminense. **Química Nova na Escola**, n.18, 2003, p. 37-41.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa.** Tradução de Raul de Polillo. São Paulo: Melhoramentos, 1962.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico.** 3ª edição. São Paulo: Cortez, 2008.

_____. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da Educação. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira.** Brasília: DEA/MMA, p. 13-24, 2004.

CGEE. **Química verde no Brasil: 2010-2030** - Ed. rev. e atual. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

CHASSOT, A. I. Ensino de Ciências na segunda metade do século da tecnologia. In: LOPES, A.C.; MACEDO, E. **Currículo de Ciências em debate.** Campinas: Papirus, p.13-44, 2004.

_____. **Para que(m) é útil o ensino?** Alternativas para um ensino (de Química) mais crítico. Canoas: Ed. Da ULBRA, 1995.

_____. **A educação no ensino da Química.** Ijuí: Ed. Unijuí, 1990.

CMMA. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Nosso Futuro Comum.** 2 ed. Rio de Janeiro:

Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p. Disponível em: <www.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>. Acessado em dezembro de 2010.

COELHO, J. C. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de Química de Criciúma (SC)**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

_____; MARQUES, C. A. Contribuições freirianas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n.1, 2007a.

_____. A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 14-19, 2007b.

_____; _____; DELIZOICOV, D. **A importância de distintas compreensões de problemas ambientais a partir da epistemologia de Bachelard**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis-SC. Enpec – Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2009.

CORREA, A.G.; ZUIN, V.G. Princípios fundamentais da Química Verde. In: CORREA, A.; ZUIN, V.G. **Química Verde: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EDUFSCar, p. 7-22, 2008.

COSTA, D. A.; RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Uma Revisão da Bibliografia sobre o Ensino da Química Verde. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, n. 109, pp. 47-51, 2008.

CORTES JUNIOR, L. P. **As Representações Sociais de Química Ambiental: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2008.

CRESPINO, S., NOVAES, E. (Coord.) **O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável?** MMA/ISER, 2001. Disponível

em <www.brazilink-download_file.php?field=199>. Acessado em novembro de 2010.

DAMASCENO, H. C.; WARTHA, E. J.; BRITO, M. S. Conteúdos e programas de Química no Ensino Médio: o que realmente se ensina nas escolas. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2009, Curitiba-PR. ENEQ – Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008. Disponível em: <www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0623-2.pdf>. Acessado em outubro de 2010.

DELIZOICOV, D. **Concepção Problematizadora do Ensino de Ciências na Educação Formal**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), São Paulo: FE/USP, 1982.

_____. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.2, p.37-62, jul. 2008. Disponível em: <www.ppgeet.ufsc.br/alexandriarevista/numero_2/artigos/demetrio.pdf>. Acessado em outubro de 2009.

_____. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física – conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 125-150, 2001.

_____; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M.. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

_____; _____. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez. 1992.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Gaia, 1993. 400p.

DUNLAP, R.E. From environmental problems to ecological problems. In: CALHOUN, C.; RITZER, G. (Eds.). **Social Problems**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1993.

DUPONT, J. Economia de átomos, engenharia molecular e catálise organometálica bifásica: conceitos moleculares para tecnologias limpas. **Química Nova**, v.23, n.6, p.825-831, 2000.

FERREIRA, O. P.; ALVES, O. L.; MACEDO, J. S.; GIMENEZ, I. F.; BARRETO, L. S. Ecomateriais: desenvolvimento e aplicação de materiais porosos funcionais para proteção ambiental. **Química Nova**, v.30, n.2, pp. 464-467, 2007.

FIEDLER, H.; ZUCCO, C.; FARUK, N. Ciência da Sustentabilidade e a Química dentro da Conjuntura Educacional Brasileira. EcoTerra Brasil, p. 1-6, 2005. Disponível em: <www.ecoterrabrasil.com.br>. Acessado em maio de 2009.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de um hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. **A abordagem da educação ambiental no ensino de química**: uma análise a partir dos trabalhos apresentados nas Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química. *Atas...* VI ENPEC. Florianópolis, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 24. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997a.

_____. **Pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997b.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 48ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005, 213p.

_____. **Extensão ou comunicação?** 13ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.

GONÇALVES, F. P. **O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos**. Florianópolis, 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

GUIMARÃES, M. **A Dimensão Ambiental na Educação**. Campinas: Papirus, 1995.

_____. Educação Ambiental Crítica. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: DEA/MMA, p. 25-34, 2004.

HANNIGAN, J. A. **Sociologia Ambiental**: a formação de uma perspectiva social. Tradução de Clara Fonseca, Série Perspectivas Ecológicas, Lisboa: Instituto Piaget, 1995.

LAYRARGUES, P. P. **A questão ambiental também é uma questão política**. In: Programa Salto para o Futuro (Sério Vida e Natureza, Ambiente e Cultura – Temas Ambientais Contemporâneos), 2004a. Disponível em: <homologa.ambiente.sp.gov.br/EA/adm/.../Philippe_Layrargues.pdf>. Acessado em outubro de 2010.

_____. Apresentação: (re)conhecendo a Educação Ambiental Brasileira. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: DEA/MMA, p. 7-9, 2004b.

_____. **A cortina de fumaça**: o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica. São Paulo: Annablume, 1998. 236p.

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, Florianópolis, 2002.

LEFF, Enrique. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001. 240 p.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C. “Green Chemistry” – os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v.26, n.1, pp. 123-129, 2003.

LIMA, G. F. C. Educação, emancipação e sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a educação ambiental. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: DEA/MMA, p. 85-111, 2004.

_____. Crise Ambiental, Educação e Cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, C. F. B. *et al.* (Orgs.). **Educação Ambiental, repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Ed. Cortez, p. 109-139, 2002.

_____. Questão ambiental e educação: contribuições para o debate. **Ambiente & Sociedade**, NEPAM/UNICAMP, Campinas, ano II, nº 5, 135-153, 1999.

LINDEMANN, R. H. **Ensino de Química em escolas do campo com proposta agroecológica**: contribuições a partir da perspectiva freireana de Educação. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

LITTLE, P. E. Os conflitos socioambientais: um campo de estudo e de ação política. In: BURSZTYN, M. (Org.). **A difícil sustentabilidade**: política energética e conflitos ambientais. Editora Garamond, p. 107-122, 2001.

LORENZETTI, L. **Estilos de Pensamento em Educação Ambiental**: uma análise a partir das dissertações e teses. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas e Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental Transformadora. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: DEA/MMA, p. 65-84, 2004.

_____; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R.S. (orgs.). **Sociedade e meio ambiente: educação ambiental em debate**. São Paulo: Cortez, 2000.

_____ (orgs.). **Educação Ambiental : repensando o espaço da cidadania**. São Paulo, Cortez, 2002.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, A. A. S. C. Química e Desenvolvimento Sustentável – QV, QUIVES, QUISUS. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, p.59-67, 2004.

_____. Das dificuldades da Química Verde aos Segundos Doze Princípios. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, n. 110, pp. 33-40, 2008.

MACHADO, P. F. L.; BAPTISTA, J. A.; TRINDADE, J. A.; SANTOS, W. L. P. Concepções de professores sobre Educação Ambiental no ensino de Química. In: VI Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis-SC. Enpec – Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2007. Disponível em: <www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec/viempec/CR2/p1122.pdf>. Acessado em janeiro de 2011.

MAINARDI, D. **Intervista sull'etologia**. Bari, Laterza, 1977.

MARQUES, C. A.; GONÇALVES, F. P.; ZAMPIRON, E.; COELHO, J. C.; MELLO, L. C.; OLIVEIRA, P. R. S.; LINDEMANN, R. H. 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.

MARQUES, C. A.; DREWS, F. A difusão da Química Verde na Educação Química escolar através da Revista Green: aspectos científicos e pedagógicos. *Submetido à Revista Investigações em Ensino de Ciências* em maio de 2010.

MEDINA, N. M. Breve histórico da educação ambiental. In: PADUA, S. M.; TABANEZ, M. F. (Orgs.). **Educação ambiental: caminhos trilhados no Brasil**. Brasília: Ipê, 1997.

MELO, M. R.; INÁCIO, M. S. As Relações Entre Ética Para Uma Civilização Tecnológica e Química Verde no Ensino Médio. **Revista Científica do IMAPES**, v. 5, n. 5, p. 11-15, 2007.

_____ ; VILLANI, A. Dificuldades dos licenciandos em adotar uma abordagem verde em seus projetos de ensino de química. **Atas... V ENPEC**. 2005.

MERAT, L. M. O. C.; GIL, R. A. S. S. Inserção do conceito de economia atômica no programa de uma disciplina de Química Orgânica Experimental. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 779-781, 2003.

MORADILLO, E. F.; OKI, M. C. M. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 332-336, 2004.

MORAES, E. C.; LIMA JUNIOR, E. SCHABERLE, F. Representações de meio ambiente entre estudantes e profissionais de diferentes áreas do conhecimento. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis: EDUFSC, Edição Especial Temática, p. 83-96, 2000.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Unijuí, 2007. 224p.

MOREIRA, R. J. Críticas ambientalistas à Revolução Verde. **Estudos Sociedade e Agricultura**, n.15, , p. 39-52, 2000. Disponível em: <bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/brasil/cpda/estudos/quinze/moreira15.htm>. Acessado em janeiro de 2011.

MOZETO, A.A.; JARDIM, W.F. A Química Ambiental no Brasil. **Química Nova**, vol. 25, supl.1, p.7-11, 2002.

NICOLAI-HERNÁNDEZ, V. A.; CARVALHO, L. M. Controvérsias e Conflitos socioambientais: Possibilidades e limites para o trabalho docente. **Interações**, Santarém, Portugal, n. 4, p. 126-152, 2006. Disponível em: <www.eses.pt/interaccoes>. Acessado em maio de 2010.

PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

PENTEADO, H. **Meio Ambiente e formação de professores**. São Paulo: Cortez Editora, 1994. 120 p.

PÉREZ, L. F. M.; PEÑAL, D. C.; VILLAMIL, Y. M. Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente a partir de casos simulados: una experiencia em la enseñanza de la Química. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2007.

PRADO, A. G. S. Química Verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n.5, p.738-744, 2003.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. 2ª edição. São Paulo: Cortez, 1997.

_____. Educação Ambiental: fragmentos de sua história no Brasil. In: NOAL, F. O.; REIGOTA, M.; BARCELOS, V. H. L. (Org.). **Tendências da Educação Ambiental Brasileira**. 2ª edição. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2000. 263p.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2007.

SANCHES, V. L.; ABREU, D. G.; VEIGA, M. A. M. S. Química verde e contribuições para educação científica na escola: relatos da construção de uma proposta. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 32., 2009, Fortaleza, CE. **CD de resumos da 32ª RASBQ**. São Paulo, 2009. Disponível para download em <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/index.htm>> e acessado em 21 de julho de 2009.

SANSEVERINO, A. M. Síntese Orgânica Limpa. **Química Nova**, v.23, n. 1, p.102-107, 2000.

_____. Química Verde. Uma Nova Filosofia. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 31, p. 20-27, 2002a.

_____. Microondas em síntese orgânica. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p.660-667, 2002b.

SANTOS, W. L. P.; MACHADO, P. F. L.; MATSUNAGA, R. T.; SILVA, E. L.; VASCONCELLOS, E. S.; SANTANA, V. 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, nº Extraordinario, p. 260-270, 2010a. Disponível em: <www.apac-eureka.org/revista>. Acessado em março de 2010.

_____; L. P.; GALIAZZI, M. C.; PINHEIRO JUNIOR, E. M.; SOUZA, M. L.; PORTUGAL, S. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: possibilidade de “ambientalização” da sala de aula de Ciências. In: MALDANER, O. A.; SANTOS, W. L. P. (Orgs.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010b, p. 131-157.

_____; MÓL, G. S. (Coord.). **Química e Sociedade**. Volume único. São Paulo: Nova Geração, 2005.

_____; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.7, n.1, p. 95-111, 2001.

_____; _____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000.

_____; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2003. 144p.

_____; _____. Ensino de Química e cidadania. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 28-34, nov.1996.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, mar. 2008, p. 109-131.

_____. **Aspectos sociocientíficos em aulas de Química. 2002**. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação da universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

_____. **O Ensino de Química para formar o cidadão:** principais características, condições para sua implementação na escola secundária brasileira. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

SCHNETZLER, R.P. A pesquisa em ensino de Química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, supl. 1, p. 14-24, 2002.

_____; ARAGÃO, R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n.1, p.27-31, 1995.

SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B.; JONES JUNIOR, J. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005.

SILVA, L. A; ANDRADE, J. B.; Química a serviço da humanidade. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental**, n. 5, p. 3-6, 2003.

SOARES, Maria Victória de Mesquita Benevides. Cidadania e direitos humanos. São Paulo. CP/ Fundação Carlos Chagas. Cortez Editora Julho 1998 no. 104. Disponível em: <www.iea.usp.br/artigos/>. Acessado em janeiro de 2011.

SOFFIATI, A. Fundamentos Filosóficos e Históricos para o Exercício da Ecocidadania e da Ecoeducação. In: LOUREIRO, C. F. B. *et al.*(Orgs.). **Educação Ambiental, repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Ed. Cortez, p.23-67, 2002.

SORRENTINO, M. De Tbilisi a Tessaloniki, a educação ambiental no Brasil. In: JACOBI, P. *et al.* (Orgs.). **Educação, meio ambiente e cidadania: reflexões e experiências**. São Paulo: SMA, p. 27-32, 1998.

SOUZA, M. A. **Poluição Nuclear: A inserção da educação ambiental no ensino médio na perspectiva globalizante via enfoque CTS**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) -

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

TIEZZI, E. **Tempos históricos, tempos biológicos. A Terra ou a morte: os problemas da nova ecologia.** Tradução de Frank Roy Cintra Ferreira, Luiz Eduardo de Lima Brandão. São Paulo: Nobel, 1988. 204p.

TOMAZELLO, M. G. C.; FERREIRA, T. R. C. Educação Ambiental: que critérios adotar para avaliar a adequação pedagógica de seus projetos? **Ciência & Educação**, v. 7, n.2, p. 199-207, 2001.

TORRES, J. R. **Educação Ambiental Crítico-Transformadora e a abordagem temática freireana.** Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas e Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

VEIGA, J. E. **A emergência socioambiental.** São Paulo: Senac, 2007. 138p.

VIDAL, B. **História da Química.** Tradução Antônio Filipe Marques. Lisboa: Edições 70, 1986.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.. Como avaliar um projeto de pesquisa em Educação em Ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 6, n.1, 2001, p. 7-28.

ZENI, G.; MORAES, M.F.P.G.; PINHEIRO, N.A.M. O enfoque CTS na Educação Ambiental. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2009.

ZUIN, V. G. **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, Caxambu, 2008.

ANEXO

Artigos selecionados para análise de conteúdo, codificados:

Código	Artigo
QS.1	COSTA, M. L.; SILVA, R. R. Ataque à pele. Química Nova na Escola , n. 1, p. 3-7, 1995.
QS.2	FERREIRA, J. T. B. (<i>in memoriam</i>); ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor. A comunicação química entre os insetos. Química Nova na Escola , n. 7, p. 3-6, 1998.
QS.3	TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. A química no efeito estufa. Química Nova na Escola , n. 8, p. 10-14, 1998.
QS.4	AZEVEDO, E. B. Poluição <i>versus</i> Tratamento de água: duas faces da mesma moeda. Química Nova na Escola , n. 10, p. 21-25, 1999.
QS.5	BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental. Química Nova na Escola , n. 11, p. 3-9, 2000.
QS.6	SOUZA, J. R.; BARBOSA, A. C. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. Química Nova na Escola , n. 12, p. 3-7, 2000.
QS.7	SANTOS, C. P.; REIS, I. N.; MOREIRA, J. E. B.; BRASILEIRO, L. B. Papel: como se fabrica? Química Nova na Escola , n. 14, p. 3-7, 2001.
QS.8	PEREIRA, R. C. C.; MACHADO, A. H.; SILVA, G. G. (Re)conhecendo o PET. Química Nova na Escola , n. 15, p. 3-5, 2002.
QS.9	FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A importância do oxigênio dissolvidos em ecossistemas aquáticos. Química Nova na Escola , n. 22, p. 10-16, 2005.
QS.10	CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. Biodegradação: uma alternativa para minimizar os impactos decorrentes dos resíduos plásticos. Química Nova na Escola , n. 22, p. 17-21, 2005.
QS.11	NASCIMENTO, R. M. M.; VIANA, M. M. M.; SILVA, G. G.; BRASILEIRO, L. B. Embalagem cartonada longa vida: lixo ou luxo? Química Nova na Escola , n. 25, p. 3-7, 2007.
QS.12	OLIVEIRA, F. C. C.; SUAREZ, P. A. Z.; SANTOS, W. L. P. Biodiesel: possibilidades e desafios. Química Nova na Escola , n. 28, p. 3-8, 2008.

QS.13	CARDOSO, A. A.; MACHADO, C. M. D.; PEREIRA, E. A. Biocombustíveis, o mito do combustível limpo. Química Nova na Escola , n. 28, p. 9-14, 2008.
QS.14	DURÃO JR., W. A.; WINDMÖLLER, C. C. A questão do mercúrio em lâmpadas fluorescentes. Química Nova na Escola , n. 28, p. 15-19, 2008.
QS.15	CANGEMI, J. M.; SANTOS, A. M.; CLARO NETO, S. Poliuretano: de travessieiros a preservativos, um polímero versátil. Química Nova na Escola , vol. 31, n.3, p. 159-164, 2009.
CT1.1	JARDIM, W. F. A evolução da atmosfera terrestre. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental , n.1, p. 5-8, 2001.
CT1.2	FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental , n.1, p. 9-18, 2001.
CT1.3	GUIMARÃES, J. R.; NOUR, E. A. A. Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental , n.1, p. 19-30, 2001.
CT1.4	GRASSI, M. T. As águas do planeta Terra. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental , n.1, p. 31-40, 2001.
CT1.5	MOZETO, A. A. Química Atmosférica: a química sobre nossas cabeças. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química Ambiental , n.1, p. 41-49, 2001.
CT5.1	SILVA, L. A.; ANDRADE, J. B. Química a serviço da humanidade. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química, Vida e Ambiente , n.5, p. 3-6, 2003.
CT5.2	ROSA, A. H.; ROCHA, J. C. Fluxos de matéria e energia no reservatório solo: da origem à importância para a vida. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química, Vida e Ambiente , n.5, p. 7-17, 2003.
CT5.3	CAMPOS, M. L. A. M.; JARDIM, W. F. Aspectos relevantes da biogeoquímica da hidrosfera. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química, Vida e Ambiente , n.5, p. 18-27, 2003.
CT5.4	MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. de P.; LOPES, W. A. ; ANDRADE, J. B. Ciclos globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre: a importância na química da atmosfera. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola – Química, Vida e Ambiente , n.5, p. 28-41, 2003.

D.1	ZECCHINI, F. Sviluppo sostenibile. La rivoluzione energetica che cambierà la nostra vita. Green , n.1, p. 12-31, 2006.
D.2	CITTERIO, A. Una storia di colori. Green , n.3, p. 18-29, 2007.
D.3	ZECCHINI, F. Il black-out delle stagioni. Il clima impazzito. Green , n.4, p. 20-33, 2007.
D.4	ZECCHINI, F. Le vibrazioni delle molecole. Come fanno i gas serra ad emettere calore? Green , n.5, p. 20-33, 2007.
D.5	ZECCHINI, F. I segreti dell'ozonosfera. Tempo di tintarella. Green , n.6, p. 26-39, 2007.
D.6	ROLANDI, G. Nucleare. Non solo "Little Boy" e "Fat Man". Presente e futuro di una discussa fonte energetica. Green , n.7, p. 2-39, 2007.
D.7	ZECCHINI, F. Energie su misura. Green , n.8, p. 16-33, 2007.
D.8	ZECCHINI, F. Rischio contagio nel villaggio globale. Green , n.10, p. 18-40, 2007.
D.9	ZECCHINI, F. Allarme Inquinamento: Corrosive rain. Le piogge acide: salute, vegetazione e monumenti a rischio. Green , n.12, p. 18-31, 2008.
PS.1	TUNDO, P. Le sfide della Green Chemistry per un mondo più pulito. Ricerca, prodotti, etica. Green , n.1, p. 4-9, 2006.
PS.2	CITTERIO, A. Bioenergia: avanti tutta. Green , n.2, p. 6-15, 2006.
PS.3	MINERO, C. Elettrico o ibrido, purché antismog. Green , n.3, p. 6-11, 2007.
PS.4	AURICCHIO, S. Lo scarto dello scarto ha un valore? Green , n.4, p. 10-19, 2007.
PS.5	REALE, P.; SCROSATI, B. Sarà la batteria... a battere il petrolio? Green , n.5, p. 14-19, 2007.
PS.6	AURICCHIO, S. Il glicerolo un derivato del biodiesel. Green , n.5, p. 34-41, 2007.
PS.7	KASPAR, J. Benzina vs. Diesel. Green , n.6, p. 14-25, 2007.
PS.8	POCHINI, A. Le nuove frontiere della Chimica: Alla ricerca dei solventi verdi. (Seconda parte). Green , n.9, p. 34-47, 2007.
PS.9	ALBINI, A. Energia rinnovabile: Quando la luce diventa reagente chimico. Green , n. 11, p. 28-33, 2008.
PS.10	MAINARDI, D. <i>Biodiversità ed ecologia</i> : Attenti, ogni specie è

	necessaria. Green , n. 13, p. 4-9, 2008.
PS.11	LA MANTIA, F. P. Emergenza smaltimento rifiuti: Così il recupero per salvare l'ambiente. Green , n. 14, p. 10-23, 2008.
PS.12	DE STEFANIS, P.; IABONI, V. Emergenza smaltimento rifiuti: Così si crea energia. Green , n. 14, p. 24-46, 2008.
PS.13	BERNELLO, T. Chimica contro Chimica. Nuove frontiere della ricerca per combattere le molecole tossiche e l'inquinamento. Green , n. 15, p. 4-9, 2008.
PS.14	BERNELLO, T. Salute e ricerca: Il morbo di Parkinson. Genetica o ambiente? Green , n. 16, p. 30-35, 2008.
PS.15	DAZZI, M. Un pianeta agli sgoccioli. Green , n. 17, p. 4-11, 2009.