

Barbara Vieira de Souza

**A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO ENSINO DE  
QUÍMICA NA COMPREENSÃO DE PROFESSORES DO  
ENSINO MÉDIO**

Dissertação submetida ao  
Programa de Educação Científica e  
Tecnológica da Universidade  
Federal de Santa Catarina para a  
obtenção do grau de Mestre em  
Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos  
Alberto Marques

Florianópolis  
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
Elaborada por meio do Programa de Geração Automática da Biblioteca  
Universitária da UFSC.

Souza, Barbara Vieira

A Sustentabilidade Ambiental no Ensino de Química na  
Compreensão de Professores do Ensino Médio / Barbara  
Vieira Souza; orientador, Carlos Alberto Marques -  
Florianópolis, SC, 2013. 169 p.

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

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2.  
Sustentabilidade Ambiental. 3. Ensino de Química. 4.  
Compreensões. I. Marques, Carlos Alberto . II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de  
Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.  
III. Título.



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

“A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA NA  
COMPREENSÃO DE PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO.”

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 24/06/2013

Prof. Dr. Carlos Alberto Marques (CED/UFSC – Orientador)

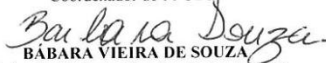
Prof. Dr. Anelise Maria Regiani (CCBN/UFAC – Examinadora)

Prof. Dr. Fábio Peres Gonçalves (CFM/UFSC – Examinador)

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

  
Dr. Carlos Alberto Marques

Coordenador do PPGET

  
BÁBARA VIEIRA DE SOUZA

Florianópolis, Santa Catarina, junho de 2013.



Este trabalho é dedicado à  
minha mãe, mulher corajosa e  
determinada que me ensina a  
superar obstáculos e buscar os  
meus sonhos.



## AGRADECIMENTOS

Este espaço se destina ao agradecimento de pessoas especiais que fizeram possível a realização deste estudo, deste sonho.

O maior ganho deste mestrado foi ter aprendido a fundamental importância da família em minha vida. Assim, agradeço todo o apoio da minha **mãe**, da minha **vó**, de **Madi**, **prima Lu**, **primo Cris** e **Lola**.

Agradeço ao meu orientador, **Bebeto**, pela orientação, mas, além disso, por ter permitido que eu fizesse parte do Programa de Pós-graduação e pela compreensão de meus momentos de crise; logo, por sua paciência.

Ao sorriso sem motivo, às sessões de cinema, à descoberta do açai e ao carinho despendido, agradeço ao meu querido **Orlando**.

Aos novos amigos **Catinha**, **Déh**, **Kadu** e **João**, agradeço pelos momentos de descontração tão necessários nesta caminhada. Às velhas amigas **Nina**, **Karen** e **Lili**, agradeço pelo ombro amigo de sempre, mesmo que cada uma esteja em um canto diferente.

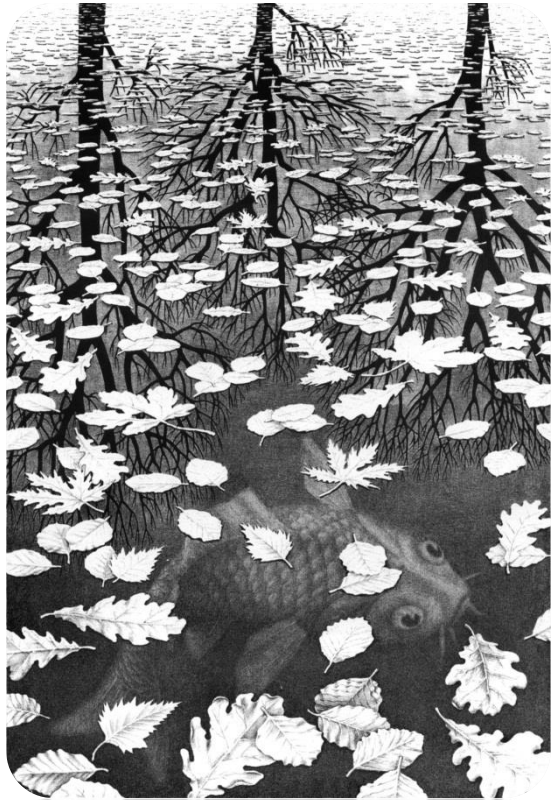
Ao grupo de pesquisa (GIEQ), especialmente **Ani**, **Fábio** e **Léo**, o agradecimento é pelo apoio, pelas dicas e pelas discussões sobre a pesquisa.

Agradeço aos professores **Fred**, **Fábio Peres** e **Demétrio** pelo apoio no decorrer do estudo, por meio dos diferentes momentos acadêmicos e das conversas informais.

Com igual apreço, agradeço aos professores que se disponibilizaram a participar da pesquisa, cedendo os materiais utilizados em suas aulas e fornecendo o seu tempo para entrevistas.







*“Os três Mundos”* (ESCHER, 1955)



## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo identificar e problematizar compreensões sobre a Sustentabilidade Ambiental (SAmb) de um grupo de seis professores de química da Rede Pública de Ensino do município de Florianópolis/SC, evidenciando ainda a maneira de organizar o ensino, visando a abordagem de assuntos ambientais nesta disciplina. Selecionamos um conjunto de instrumentos metodológicos para o levantamento de dados que se consistiu na análise de planos de aula e de ensino, nos registros de observações durante o desenvolvimento das aulas programadas, nos materiais didáticos utilizados, nas referências sugeridas e, por fim, em uma entrevista semiestruturada com cada um dos professores de química participantes da pesquisa. A análise dos dados se deu a partir da ATD, por meio da seleção *a priori* de grandes temas que deram origem às categorias “O Modo de organizar o ensino sobre o Meio Ambiente: a herança da educação bancária”; “Influência de condicionantes históricos na evolução das compreensões dos professores sobre Sustentabilidade Ambiental” e a categoria emergente expressa por “Influência dos materiais didáticos na abordagem sobre Meio Ambiente”. A análise dos dados resultou em quatro grandes compreensões desses professores sobre Sustentabilidade Ambiental: “Necessidade biológica”, “Resistência ao modelo industrial”, “Equilíbrio” e “Prevenção”. Consideramos que as compreensões “Necessidade biológica” e “Equilíbrio” se relacionam com maneiras de pensar predominantes sobre sustentabilidade Ambiental. A primeira é proveniente da área biológica, associada à necessidade de água para a manutenção do corpo humano e a sobrevivência. Já a segunda, vinculada ao modelo econômico atual, pensamento dominante que tem influência não só na economia, mas também nas estruturas social, política e cultural. Neste sentido, a ideia de Equilíbrio expressada pelos professores se aproxima em muito ao atual conceito de Desenvolvimento Sustentável, descrito no Relatório Brundtland. Já as ideias associadas à Prevenção, ainda que pouco presentes, quando apareceram, demarcaram certa relação com o processo de formação inicial e/ou continuada por meio de eventos isolados sobre a Química Verde, dos quais participaram alguns dos professores. Evidenciar as compreensões sobre SAmb pode servir para nos deixar a par do desenvolvimento das ideias sobre esse importante tema que se relaciona com o futuro da sociedade e do Planeta. Possibilita-nos, ainda, compreender as perspectivas de mudanças no modo de pensar e agir das pessoas, de tal modo que a educação científica possa atuar

positivamente nesse processo. Por fim, evidenciar como essas compreensões podem, também, auxiliar no questionamento dos objetivos da disciplina de Química e na maneira de tratar os assuntos ambientais, contribuindo para a conscientização dos problemas relacionados ao meio ambiente. Sob a ótica da gênese do conhecimento, sustentamos que as compreensões “Resistência ao Modelo Industrial” e “Equilíbrio”, devido à relação que mantém com os momentos históricos e com a capacidade de persuasão sobre a maneira de pensar e de agir das pessoas, podem indicar características de estilos de pensamento a serem investigados em detalhe. Ambas ainda demonstram que o alcance da Sustentabilidade Ambiental, mesmo que hipotético, se baseia na maneira como a sociedade articula relações econômicas e políticas para além das preocupações ecológicas.

**Palavras-Chave:** Sustentabilidade Ambiental. Ensino de Química. Compreensões.

## ABSTRACT

This study aimed to identify and discuss insights into the Environmental Sustainability (SAMB) of a group of six teachers of chemistry at the Public School in the city of Florianópolis (Santa Catarina State, Brazil), showing the way to organize the teaching aimed at addressing environment issues in this subject. We selected a set of methodological tools for data collection that consisted in the analysis of lesson plans and teaching records of observations during the development of the scheduled classes, textbooks used, suggested references, and finally, a semistructured interview with every teacher of chemistry that participated on the research. Data analysis was performed based on Textual Discourse Analysis, through the selection of great themes a priori that led to the categories “The Way to Organize Teaching on the Environment: the legacy of banking education”, “Influence of Historical constraints on the Evolution of Teacher's Understandings on Environmental Sustainability” and the emerging category expressed by “Influence of Instructional Materials in Approach on Environment”. Data analysis resulted in four major understandings of the teachers on Environmental Sustainability: “Biological Necessity”, “Resistance to the Industrial Model”, “Balance” and “Prevention”. We believe that understandings “Biological Necessity” and “Balance” are related to ways of thinking prevalent on Environmental Sustainability. The first from the biological area, water associated with the need for maintenance and survival of the human body. The second, linked to the current economic model, dominant thinking that has influence not only in economics but also social, political and cultural. In this sense, the idea of Balance expressed by teachers approaches in much the current concept of Sustainable Development, described in the Brundtland Report. On the other hand the ideas associated with the prevention, yet little present when appeared delimited certain relation to the process of initial and/or continuing formation through the events isolated on Green Chemistry, from which took some of the teachers. Highlight the insights about SAMB can be used to keep us abreast of the development of ideas about this important topic that relates to the future of society and the planet. Enables us to further understand the prospects for change in the way people think and act, so that science education can play a positive role in this process. Finally, to demonstrate that these understandings can also assist in the questioning of the goals of subject Chemistry and how to treat environmental issues, helping to raise awareness of the problems related to the environment. From the perspective of the

genesis of knowledge , we argue that the understandings “Resistance to the Industrial Model” and “Balance” because of the relationship it has with the historical moments and the persuasiveness of the way of thinking and acting of people who can indicate characteristics of thinking styles to be investigated in detail. Both also show that the scope of the Environmental Sustainability, even hypothetically, is based on how the society articulates economic and political relations, in addition to the environmental concerns.

**Keywords:** Environmental Sustainability. Teaching of Chemistry. Comprehensions.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – REPRESENTAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES DOS PROFESSORES FORMADORES E DOS DOCENTES.....	60
FIGURA 2 – REPRESENTAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE O PROFESSOR E A DIMENSÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	61
FIGURA 3 – LOCALIZAÇÃO REPRESENTATIVA DOS ELEMENTOS DE FORMAÇÃO DE CONCEPÇÕES.....	64
QUADRO 4 – PLANO DE AULA SUGERIDO.....	83
FIGURA 5 – SÍNTESE DA CIRCULAÇÃO DE IDEIAS ENTRE OS DIFERENTES COLETIVOS DE PENSAMENTOS.....	121
FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO DO DESMEMBRAMENTO DA COMPREENSÃO SOBRE SAMB COMO SOBREVIVÊNCIA.....	125
FIGURA 7 – MATERIAL UTILIZADO NA AULA DE P4 ACOMPANHADO DA FALA DO PROFESSOR EM SALA.....	128
FIGURA 8 – DIFERENÇA ENTRE A COMPREENSÃO SOBRE SAMB COMO RESISTÊNCIA AO MODELO INDUSTRIAL E COMO EQUILÍBRIO.....	129
FIGURA 9 – REPRESENTAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE INTERPRETAÇÃO SOBRE MUDANÇA MATIZADA DA COMPREENSÃO.....	136





## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – SÍNTESE DA SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA.....	52
QUADRO 2 – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO EXPLORATÓRIO.....	77
QUADRO 3 – INFORMAÇÕES SOBRE A AMOSTRA DEFINITIVA.....	81
QUADRO 4 – <i>SITES</i> CITADOS PELOS PROFESSORES P4 E P5.....	117
QUADRO 5 – DEFINIÇÕES DAS COMPREENSÕES SOBRE SAMB EXTRAÍDAS DOS FRAGMENTOS DAS ENTREVISTAS.....	124
QUADRO 6 – REPRESENTAÇÃO DA CORRESPONDÊNCIA ENTRE OS PROFESSORES E AS COMPREENSÕES SOBRE SAMB IDENTIFICADAS.....	139



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ACT	Admissão de Caráter Temporário
ATD	Análise Textual Discursiva
CFCs	Clorofluorcarbonetos
CONASQ	Comissão Nacional de Segurança Química
DDT	Diclorofeniltricloroetano
DS	Desenvolvimento Sustentável
IES	Instituição de Ensino Superior
LD	Livro Didático
PCNEM Médio	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino
QAmb	Química Ambiental
QV	Química Verde
SAmb	Sustentabilidade Ambiental
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SBQ	Sociedade Brasileira de Química
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	23
2	A RELAÇÃO HUMANA COM O MEIO AMBIENTE NA PERSPECTIVA DA QUÍMICA .....	27
2.1	O DESENVOLVIMENTO DO SETOR QUÍMICO E A EMERGÊNCIA DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS .....	29
2.2	A MANIFESTAÇÃO DOS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS .....	33
2.3	PROBLEMAS ATUALMENTE ENFRENTADOS EM ÂMBITO NACIONAL E MUNDIAL .....	40
2.4	A QUÍMICA AMBIENTAL, A QUÍMICA VERDE E SEUS FOCOS DE ESTUDO.....	42
3	COMPREENDENDO A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL .....	47
3.1	A PERSPECTIVA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	48
3.2	À MANEIRA DOS QUÍMICOS .....	55
4	O DESAFIO DA ABORDAGEM AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA.....	59
4.1	A FORMAÇÃO E A ATUAÇÃO DOCENTE.....	59
4.1.1	Elementos formadores da concepção de professores .....	63
4.2	CARACTERÍSTICAS DA ABORDAGEM AMBIENTAL NO ENSINO SUPERIOR .....	67
4.3	A ABORDAGEM DO ASSUNTO MEIO AMBIENTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	68
4.4	A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA .....	71
4.5	ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE O ENSINO MÉDIO DE FLORIANÓPOLIS/SC: RECONHECENDO O CAMPO DE ESTUDO .....	74
5	ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA .....	79
5.1	A FORMAÇÃO DA AMOSTRA: CRITÉRIOS E CONSTITUIÇÃO .....	79
5.2	A CONSTRUÇÃO DE UM ESTUDO DE CASO .....	82
5.3	METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DOS DADOS.....	86
6	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA.....	89
6.1	O MODO DE ORGANIZAR O ENSINO SOBRE O MEIO AMBIENTE: A HERANÇA DA EDUCAÇÃO BANCÁRIA .....	90

6.1.1	A seleção de problemas ambientais a serem estudados no Ensino Médio: influências da Química Ambiental no pensamento docente.....	90
6.1.2	Diferentes justificativas para a abordagem de assuntos relacionados ao meio ambiente .....	95
6.1.3	Diferentes metodologias para a Abordagem Ambiental: expressões do modo de pensar sobre problemas ambientais.....	97
6.2	INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS DIDÁTICOS NA ABORDAGEM DO MEIO AMBIENTE .....	105
6.3	INFLUÊNCIA DE CONDICIONANTES HISTÓRICOS NA EVOLUÇÃO DAS COMPREENSÕES DOS PROFESSORES SOBRE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL.....	121
6.3.1	A Compreensão da Sustentabilidade Ambiental como Sobrevivência.....	124
6.3.2	A compreensão da Sustentabilidade Ambiental como equilíbrio	129
6.3.3	A Compreensão sobre Sustentabilidade Ambiental: o caminho da prevenção .....	134
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	145
	REFERÊNCIAS.....	151
	ANEXO A – Os produtos químicos perigosos utilizados no período de 1890 a 1950 na indústria, na agricultura e no uso doméstico.....	161
	ANEXO B – Os 12 princípios da Química Verde. ....	167
	APÊNDICE 1 – Roteiro da entrevista semiestruturada.....	169

## 1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais são uma realidade que enfrentamos e que a cada dia ganha maior repercussão devido às preocupações existentes com a gestão dos recursos naturais e com o equilíbrio biológico necessário para dar suporte à vida humana, com qualidade, no presente e no futuro. Esta pode ser uma de várias maneiras de compreender a Sustentabilidade Ambiental. Esta expressão/conceito que damos ênfase em nosso estudo se difunde em diferentes setores sociais, exercendo um “efeito camaleão”, pois permite camuflar-se entre as distintas opiniões, parecendo estar de acordo com qualquer uma. O “efeito camaleão” permite também que o conceito/expressão Sustentabilidade Ambiental encubra os interesses políticos e econômicos dos diferentes grupos sociais, harmonizando, aos olhos da maioria, o *modus operandi* do sistema capitalista e as relações com o meio ambiente.

A expressão/conceito de Sustentabilidade Ambiental, que deve ser compreendida também pelos químicos, guarda em seu significado uma das facetas da relação intrínseca entre os seres humanos e o meio ambiente: relação de dependência e de responsabilidade.

A atualidade do assunto “meio ambiente” e da expressão/conceito “Sustentabilidade Ambiental” podem ser confirmados por episódios como a nomeação do ano de 2013 como o “Ano Internacional de Cooperação pela Água” (Res. A.65/154) ou pela aspiração de alcançar os oito “Objetivos do Milênio para o Desenvolvimento<sup>1</sup>” (Res. A.55.II), dos quais ressaltamos o de “Garantir a Sustentabilidade Ambiental”. São resoluções da Organização das Nações Unidas que demonstram o interesse internacional em discussões ambientais então notadas por diferentes instituições, como as de ensino, em diferentes níveis de escolaridade.

---

<sup>1</sup> Os Objetivos do Milênio foram discutidos pela primeira vez no ano de 2000, na Cimeira do Milênio, realizada em Nova Iorque, quando se aproveitou a perspectiva de um novo milênio para tratar de preocupações comuns às nações sobre os direitos humanos e também para o desenvolvimento. Participaram deste encontro 191 países. Durante os anos, os objetivos passam por revisão, para manter a possibilidade de alcançar os objetivos, os quais no total somam-se, oito: 1) Erradicar a extrema pobreza e a fome; 2) Atingir o ensino básico universal; 3) Promover a igualdade de gênero e a autonomia das mulheres; 4) Reduzir a mortalidade infantil; 5) Melhorar a saúde materna; 6) Combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; 7) Garantir a Sustentabilidade Ambiental; 8) Estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento (Res. A/RES/55/2).

Desta maneira, investigamos: Que compreensões professores de Química do Ensino Médio possuem sobre Sustentabilidade Ambiental na abordagem de temas ambientais?

Propor investigar tal questão tem como **objetivo geral** conhecer e problematizar as compreensões dos professores de Química do Ensino Médio sobre Sustentabilidade Ambiental, evidenciando as possíveis influências desta na abordagem de temas ambientais no Ensino de Química.

Acredita-se que tal diagnóstico será fundamental para um processo que vise uma maior reflexão, problematização, ressignificação e transformação tanto das visões dos Educadores Químicos sobre o meio ambiente quanto no desenvolvimento de estratégias de ensino para a abordagem de temas ambientais no Ensino da Química.

Desta forma, como **objetivos específicos**, buscar-se-á:

- i) conhecer as diferentes compreensões dos professores de Química participantes da pesquisa sobre Sustentabilidade Ambiental;
- ii) identificar e problematizar fatores relacionados à formação dos professores que possam estar influenciando na organização e no desenvolvimento de atividades para a abordagem de temas ambientais no ensino de Química com a perspectiva da Sustentabilidade Ambiental;
- iii) problematizar o modo de organizar o ensino para a abordagem de temas ambientais no ensino de Química com a perspectiva da Sustentabilidade Ambiental;
- iv) analisar se as compreensões dos professores sobre Sustentabilidade Ambiental indicam possibilidades de estilos de pensamentos;
- v) buscar evidências de possíveis contribuições da Química Verde (QV) e Química Ambiental (QAmb) na compreensão e na abordagem de temas ambientais no ensino de Química na perspectiva da Sustentabilidade Ambiental.

Apresentamos nossa discussão em três capítulos teóricos, que dão suporte à pesquisa empírica realizada.

No capítulo “A relação humana com o meio ambiente na perspectiva da Química”, apresentamos uma perspectiva do envolvimento da Química junto ao desenvolvimento industrial e das repercussões ambientais desencadeadas pelo modelo de produção e de consumo que se instalou preponderantemente no Ocidente, para que seja possível compreender alguns dos aspectos que envolvem o desenvolvimento da Química às questões ambientais.



No capítulo “Compreendendo a Sustentabilidade Ambiental”, apontamos maneiras de compreender a Sustentabilidade Ambiental, em que destacamos a nossa maneira de compreendê-la.

No capítulo “O desafio da abordagem ambiental no ensino de Química”, abordamos de que maneira o meio ambiente permeia a Educação Básica e a Educação Superior, além de apresentarmos como concebemos a circulação de ideias sobre o meio ambiente entre a formação inicial dos professores e a atuação docente.

Nos capítulos “Encaminhamentos metodológicos da pesquisa” e “Análise e discussão dos resultados da pesquisa”, nos referimos ao estudo que realizamos com seis professores da disciplina Química do Ensino Médio de seis escolas da rede estadual de Florianópolis/SC, deixando claro como foi feita a constituição da amostra, o levantamento dos dados e a metodologia para análise das compreensões sobre Sustentabilidade Ambiental. Também demonstramos de que maneira os professores fazem a abordagem dos assuntos ambientais em sala de aula para atingirem os objetivos que almejam.

Encerramos o estudo com nossas considerações finais.



## 2 A RELAÇÃO HUMANA COM O MEIO AMBIENTE NA PERSPECTIVA DA QUÍMICA

Segundo Odum (2001), é fácil perceber a dependência da maioria dos seres vivos em relação ao ambiente em que vivem. Ao analisar peixes em uma lagoa, por exemplo, o autor indica que há relação entre os indivíduos: a alimentação, a maneira como estão adaptados ao ambiente e como a alteração das condições que caracterizam aquele ambiente podem, em dado momento, reduzir a quantidade de alimento disponível, interferindo no crescimento populacional dos peixes e, por consequência, na alimentação das aves que se alimentam destes, mostrando também a interação entre espécies distintas. Entretanto, quando se consideram os seres humanos, a estrutura social e o desenvolvimento científico-tecnológico, tal dependência é, em certa medida, mascarada, já que existe a sensação de superá-la por meio do conhecimento humano. Neste caso, a relação que fica evidente é a da capacidade de transformação do meio ambiente natural.

A dependência dos seres vivos do ambiente e a capacidade de transformação das condições desse ambiente são consideradas de natureza de todos os seres vivos. As ações de transformação do meio ambiente ocorrem a fim de torná-lo profícuo ao desenvolvimento da vida, como ilustrado a seguir:

A composição química do mar e dos limos do seu fundo resultam em grande parte da acção dos microrganismos marinhos. As plantas que vão crescendo numa duna de areia fabricam um solo radicalmente distinto do substrato original. Uma ilha de coral do Pacífico Sul faculta um exemplo flagrante de como os organismos influenciam o seu ambiente abiótico (não vivo). A partir de simples matérias-primas do mar, são edificadas ilhas inteiras em consequência da actividade de animais (corais etc.) e plantas. A própria composição de nossa atmosfera é controlada pelos organismos [...] (ODUM, 2001, p. 34)

Portanto, segundo Odum (2001), todos os seres vivos são dependentes do meio ambiente no qual vivem e também são influentes nas situações e nos cenários que se criam a partir desta interação, que podem ser boas ou propiciar um ambiente improfícuo. Cabe ressaltar que as organizações urbanas, que possuem as características mais

marcantes da transformação humana, assim como as organizações rurais, não conquistarão a independência em relação à natureza. Sob esta perspectiva, o que fazemos é exercer pressão cada vez mais intensa sobre o meio ambiente.

Odum (2001) argumenta que a inexpressão do elo entre natureza e seres humanos pode ser o resultado de uma preocupação demasiada com o ser humano social em detrimento do ser humano biológico. Em nossa compreensão, concordamos com Odum (2001) e concebemos que o desenvolvimento da espécie humana como ser social incentivou o estabelecimento de hábitos que exaltam a espécie humana como componente ativa do meio ambiente, anulando-a como dependente. Tratamos a independência inautêntica como algo a se envaidecer; vaidade que atraiçoa à medida que desprezamos as consequências das modificações, como qualquer outro animal sem consciência histórica o faria.

A fim de diferenciar o ato modificador do ser humano dos demais animais, conferindo-lhe uma maior responsabilidade frente às transformações, adotamos o pressuposto que homens e mulheres são, em sua totalidade, humanizados (FREIRE, 1981). Totalidade que compreendemos a partir da sociedade e da biologia como posturas complementares e da natureza do ser humano, das quais nenhuma deve ser negligenciada. Assim, para que seja possível compreender o humano, é necessário expandir a compreensão de suas relações, as quais vão torná-lo distinto dos demais animais, devido a sua capacidade de “[...] estando no mundo, saber-se nele [...]” (FREIRE, 1981, p.1 6). Não se diz superior, mas diferente, quando o ser humano, frente a sua realidade, pode agir e refletir sobre sua ação num dado momento histórico, algo que “[...] implica na transformação do mundo, cujo produto, por sua vez, condiciona ambas, ação e reflexão [...]” de uma maneira mais consciente (FREIRE, 1981, p. 16).

Contudo, homens e mulheres que pressupomos humanizados não compartilham a mesma realidade e, nas relações de poder que se dissipam pelo mundo envolvendo o dinheiro, o conhecimento e até mesmo algumas culturas, se tornam opressores ou oprimidos. Diante desta conjuntura, fazemos uma leitura do desenvolvimento da Química, buscando compreender as modificações que almejavam proporcionar melhorias na qualidade de vida, mas que desencadearam problemas socioambientais, agravados pela ambição dos humanos no transcórre do processo de organização social.

## 2.1 O DESENVOLVIMENTO DO SETOR QUÍMICO E A EMERGÊNCIA DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS

A história nos auxilia no entendimento de como ocorreu o desenvolvimento de diferentes sociedades ao redor do mundo, resgatando as tradições culturais, os conflitos, os caminhos que a humanidade trilhou para que chegássemos à estrutura planetária atual. Assim, este trabalho considera a importância do reconhecimento dos fatos históricos a fim de que sejam entendidas as relações existentes entre o desenvolvimento da Química e o meio ambiente.

Hobsbawm (2009) ressalta, no século XVIII, na Europa, a ocorrência de transformações que ocorreram na estrutura da sociedade que, de estritamente rural, foi convertida ao prelúdio da sociedade industrial e capitalista, ainda muito diferente da sociedade moderna. Artesãos aprimoraram suas atividades, produziram renda própria e fortaleceram a massa de trabalhadores, ganhando espaço no movimento comercial de produção de bens em maior escala e de distribuição de produtos para além dos limites regionais (LANDES, 2005). Com o aumento das demandas por parte de uma população em expansão, buscou-se a redução de esforços humanos, o que desencadeou a substituição de fontes de energia tracionada por fontes inanimadas e a procura de matérias-primas mais abundantes. O aumento da circulação de produtos incentivou o investimento em novos percursos marítimos, posteriormente nas ferrovias e em outras formas de transporte. A inventividade mantida no desenvolvimento de novas tecnologias, aliada ao rearranjo social, possibilitou a Revolução Industrial (LANDES, 2005).

A Revolução Industrial, como se nota, não aconteceu repentinamente, e os historiadores discutem qual seria a data ideal de seu início. Adotamos a década de 1780, sugerido por Hobsbawm (2009), devido às mudanças que ocorreram principalmente na economia.

Sobre a Revolução Industrial, destacamos a produção de energia que, segundo Machado (2005), teve inicialmente a máquina a vapor como um dos seus pilares, consistindo basicamente no domínio dos processos de transformação de energia química em mecânica em grandes quantidades, resultando no distanciamento das fontes renováveis. Liao (2012) corrobora o argumento indicando que, por volta de 1800, 69% da energia era proveniente de fontes renováveis (exemplo: energia do Sol, dos ventos, das marés e da biomassa) e que, com o avanço da industrialização, foram sendo gradualmente substituídas principalmente por combustíveis fósseis.

A partir do século XX, Machado (2005, p. 23) enfatiza os motores de explosão e de combustão interna, os quais se tornaram comuns à rotina de todos, dando início à “[...] civilização do carbono [...]”, indicando que os processos de produção de energia não pararam de evoluir, assim como a demanda não parou de crescer, nos fazendo dependentes da energia para as atividades mais simples do dia a dia.

Vivenciamos, com frequência, preocupações com problemas ambientais e escassez de fontes fósseis ligadas à produção de energia. Entretanto, Baird (2002) argumenta que estudos indicam a existência de reservas de combustíveis fósseis ainda intactas, que a curto e médio prazo são capazes de sustentar o consumo energético mundial. Desconsiderando os fatores econômicos e sociais de acesso a tais recursos, o problema maior se deve à emissão de poluentes gerados pela combustão, que, segundo o autor, colaboram para mudanças climáticas significativas no Planeta.

O retorno da utilização de fontes renováveis para a produção de energia é considerada uma opção menos poluente e investimentos estão sendo realizados, mesmo assim, em 2010, estas ainda não chegavam a 16% da produção de energia global (LIAO, 2012).

Os estudos dos processos energéticos, da poluição e das próprias fontes de energia estão relacionados ao desenvolvimento do conhecimento químico, integrando o desenvolvimento desta ciência.

A história da Química, para alguns, tem início já com o preparo dos pigmentos presentes nas pinturas rupestres, porém, como Hamelin (1995) expõe, o conceito cartesiano da ciência Química é recente e não possui quatro séculos, se contarmos a partir da publicação do Tratado Elementar da Química (publicado por Lavoisier) em 1789. Já para a Indústria Química, Hamelin (1995) sugere meados de 1913, época em que o cientista Haber e seus colaboradores desenvolveram a síntese de amônia<sup>2</sup>.

Enfatizamos a proximidade do desenvolvimento expressivo da Química junto à evolução da Revolução Industrial, sendo considerada por Hobsbawm (2009) a ciência que manteve relações estreitas com este

---

<sup>2</sup>Disputas políticas ligadas à guerra na Europa Central, no início do século XX, mobilizaram a comunidade científica a dedicar tempo e investimentos na busca de soluções ao problema da obtenção do nitrogênio. Fritz Haber ganhou o prêmio Nobel em 1918, por ter realizado a síntese da amônia utilizando o nitrogênio atmosférico, utilizado tanto para a produção de fertilizantes, suprimindo a necessidade do nitrogênio no solo, como para a produção de explosivos à base de nitrogênio: produtos importantes e decisivos no desenvolvimento de armas químicas para as Guerras Mundiais HABER,1996).

momento histórico; nos anos iniciais, quando a indústria têxtil era representante de maior força, a Química teve papel importante devido aos processos de branqueamento e tingimento dos tecidos. A Química pôde contribuir em diversos segmentos com novas técnicas e inovações, citam-se: o descolorante a base de cloro, o processo de galvanoplastia e o processo de obtenção de soda (carbonato de sódio).

Machado (2009a) discute, em seu artigo, o processo de produção do carbonato de sódio, por ser um composto utilizado na fabricação de sabão, de vidro e de papel na ascendente indústria têxtil. As demandas do produto acompanharam o crescimento da população, decorrente deste período de transformações, tendo um aumento significativo na sua procura e sendo insuficiente para garantir o atendimento de todos os setores a partir dos processos de obtenção por extração de cinzas de alguns tipos de vegetais.

Em 1783, a Academia Francesa solicitou o desenvolvimento de um processo para a obtenção do carbonato de cálcio a partir do cloreto de sódio, vislumbrando a produção em larga escala (MACHADO, 2009a), o que retrata o forte comprometimento francês com o desenvolvimento da Química. Leblanc, médico francês, possivelmente interessado nas condições de saneamento que melhoraram com a produção do sabão, preocupou-se em desenvolver uma maneira para a obtenção do cloreto de sódio, necessário para a produção do sabão. Leblanc desenvolveu um processo que atualmente leva o seu nome, mas não recebeu, na época, os méritos pelo seu feito. Foi obrigado a disponibilizar sua técnica e abandonar sua fábrica que mantinha junto com o Duque de Orleans. Este foi guilhotinado e a fábrica, abandonada: deteriorou-se sem possibilidade de recuperação. Leblanc não suportou e se suicidou. Segundo Machado (2009a), o processo Leblanc e a obtenção do ácido sulfúrico, produto também utilizado na fabricação da soda, constituíram o início da Química voltada às atividades industriais (meados de 1790), muito antes da data sugerida anteriormente referente à produção da amônia, constituindo um conjunto de fatores que impulsionaram o seu desenvolvimento, e não uma única descoberta. Os resultados desse desenvolvimento foram importantes para o funcionamento da civilização. Foram notáveis as melhorias na qualidade de vida, com o aumento da renda das famílias e da conseqüente elevação dos padrões de vida para muitas pessoas. A população em crescimento conduzia a sociedade à economia moderna (MACHADO, 2009b).

As rápidas transformações que ocorreram no desenvolvimento de novos processos, acompanhadas das estruturações cidadinas, por outro lado, provocaram grandes mudanças nos cenários com rápidas e

irreversíveis transformações na natureza e nas relações humanas. As florestas derrubadas, as matérias primas utilizadas não retornariam jamais a seu estado inicial (PRIGOGINE, 2002). A preocupação com o esgotamento dos recursos naturais ganhou proporções alarmantes que foi entendida como entrave ao desenvolvimento. Mesmo assim, o progresso tecnológico permitiu a substituição das matérias-primas e a continuidade ao processo (PRIGOGINE, 2002).

O processo Leblanc pode ser considerado um exemplo em que o problema ambiental interferiu na produção. O Processo produzia fumos de ácido clorídrico na primeira etapa de reação de sua produção, que eram descartados na atmosfera e precipitavam com a chuva, causando a destruição de estruturas materiais – de construção, de objetos metálicos e de tecidos – e incômodos aos moradores das regiões próximas, demandando gastos privados e públicos para realocação da população (MACHADO, 2009a). Estes acontecimentos motivaram o estabelecimento do controle da emissão de gases em 1863, sendo uma das primeiras leis ambientais inglesas decretadas.

A resolução dos problemas atmosféricos causados pela liberação dos fumos foi suprimida pela introdução de equipamentos de controle de emissão ao final da linha do processo, como as torres de absorção. Entretanto, os resíduos absorvidos passaram a ser destinados nos rios, não resolvendo o problema, apenas transferindo-o de um compartimento ambiental a outro (MACHADO, 2009a).

Os problemas ambientais remediados e tratados a nível local, por meio de equipamentos instalados no final dos processos produtivos, foram aos poucos ressignificados diante do desenvolvimento do conhecimento sobre o comportamento de substâncias introduzidas pelo homem no ambiente natural, promovendo a constatação de que mudar o estado físico do resíduo e/ou transferi-lo de um ecossistema a outro não eram formas eficientes de resolver os problemas criados (LINDSEY, 2011). A ação de resposta aos problemas encontrados na produção do carbonato de cálcio causou, na verdade, o comprometimento da fauna e flora que habitavam o leito do rio e as suas proximidades (MACHADO, 2009a).

Nota-se que o desenvolvimento da Indústria Química deparou-se com os problemas que eram provenientes de situações que envolviam interesses econômicos, como a redução de custos, o aumento da produção e também a segurança com o uso de produtos químicos perigosos. Os problemas ambientais fazem alusão a diferentes



interesses, estando, na maioria das vezes, entre disputas de poder, por esta razão, não sendo facilmente solucionados.

Oferecendo competição ao processo Leblanc, a primeira fábrica utilizando o processo Solvay (mais econômico, com menor produção de resíduos e com tecnologia menos complicada, em relação ao primeiro) foi instalada em 1863, na Bélgica (MACHADO, 2009a). Apesar de suas vantagens, o processo Solvay não substituiu imediatamente o processo Leblanc, que resistiu no mercado por mais 40 anos devido ao aprimoramento do processo, como o incremento na produção<sup>3</sup> de soda cáustica (hidróxido de sódio), que favoreceu o custo da produção e permitiu disputas de mercado.

No processo Solvay, as motivações não se relacionam diretamente à preocupação com o meio ambiente, apesar dos ganhos ambientais alcançados, confirmando nosso argumento anterior relacionado aos interesses que envolvem os problemas ambientais. O desenvolvimento da ciência e da indústria não se reduz somente ao conhecimento científico e tecnológico e é fortemente influenciado por fatores mais complexos, pertinentes à maneira como a sociedade se estruturou, segundo o capitalismo, envolvendo o desenvolvimento econômico e social.

## 2.2 A MANIFESTAÇÃO DOS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS

Decorrente do processo de industrialização, a Química do início do século XX estava no auge, e “[...] era tida como a solução para os problemas do homem moderno [...]”, favorecendo o deslumbramento por esta ciência, a qual se acreditava poder criar produtos de funcionalidade eterna. Existia uma crença persistente na sociedade sobre a qualidade de vida promovida pela comercialização (compra, venda e uso) dos novos produtos oferecidos no mercado como “um fantástico mundo novo” a ser explorado (AFONSO et al., 2006, p. 1143).

A pesquisa de Afonso et al. (2006) se ateu a identificar os produtos químicos utilizados no período de 1890 a 1950 (ANEXO A), que revelam – na indústria, na agricultura e também no uso doméstico – a pouca sensibilidade e seriedade para tratar os perigos do uso descuidado dos produtos químicos. Segundo os autores, o uso dos

---

<sup>3</sup> $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{CaCO}_3$ , e equação que representa reação de produção do hidróxido de sódio, também conhecido como soda cáustica (MACHADO, 2009a).

produtos se deu mesmo desconhecendo-se a maioria de suas propriedades, por vezes negligenciadas diante dos interesses econômicos pois, “[...] de modo geral, os produtos procuravam conquistar o consumidor, especialmente aqueles que nunca tinham possibilidade de desfrutar de um padrão de vida melhor [...]” (AFONSO et al., 2006, p. 1143), demonstrando a sobreposição de questões éticas, ambientais e sociais pela ambição – infelizmente, uma prática ainda comum.

Foladori (2008) é muito crítico em relação à maneira como a sociedade se estruturou. Considera o sistema capitalista o maior culpado em relação às crises ambientais, pois determina, por forças econômicas, o que é produzido, como e onde, ultrapassando limites éticos que trazem prejuízos ambientais e sociais. Para o autor, o sistema capitalista é inimigo da natureza e não possibilita a resolução de qualquer crise ambiental, já que “[...] produz guiado, exclusivamente, pelo lucro” (FOLADORI, 2008, p. 196); lucro este que beneficiará a pequenos grupos nos quais se encontra o poder, que alimentam a ganância e agenciam a degradação ambiental e as diferenças sociais. Identificamos o sistema capitalista, presente na sociedade moderna, como o agente responsável por estabelecer o senso comum de valores e hábitos que respondem ao consumo, provocam desperdício de matéria-prima e bens de consumo, que se acumulam como resíduos; as cidades concentram esses bens de consumo e serviços, e provocam o êxodo do campo, o que, por consequência, compromete as condições de infraestrutura das cidades e promove a mão de obra barata – problemas que Foladori (2008) relaciona ao desemprego e subemprego (associados às condições ruins de trabalho), que pode ser compreendido como desperdício, também, de recursos humanos. São, portanto, aspectos que vão muito além de uma estrutura econômica e que abrangem as diversas dimensões da vida.

Foladori e Tommasino (2001) sustentam que o sistema capitalista se autorregula e os problemas apresentados são “abraçados” para o interior do sistema e solucionados por meio de artimanhas de mercado. Considera-se, então, que todos os problemas que sejam possíveis de serem enfrentados no interior desta estrutura e lógica social será um problema ambiental em suas múltiplas dimensões: político-econômicas, histórico-sociais e culturais.

Um exemplo com ampla repercussão refere-se ao DDT (diclorofeniltricloroetano). Um derivado clorado do difeniletano que, juntamente com o hexaclorobenzeno, o grupo dos hexaclorocicloexanos, dos ciclodienos e dos hidrocarbonetos clorados, compõem os chamados

inseticidas organoclorados. O uso do DDT teve início em meados do ano 1940, no combate aos vetores da malária e, posteriormente, no combate a outras doenças tropicais. Foi amplamente utilizado na Segunda Guerra Mundial para o controle de piolhos do tifo e, por fim, empregado na agricultura devido a sua alta eficiência e o baixo custo no controle de pragas (D'AMATO; MALM; TORRES, 2002).

D'Amato, Malm e Torres (2002) indicam que a produção chegou ao ápice em 1963, sendo produzidas somente nos Estados Unidos 81.154 toneladas do produto, contaminando significativamente a produção de alimentos do país, o que, como discutimos anteriormente, possui relação com diferentes setores da sociedade (aqueles que produzem a substância, aqueles que a usam e aqueles que são consumidores secundários da substância por meio do consumo de alimentos e água contaminados, por exemplo), tornando-se um aspecto socioambiental.

A primeira iniciativa de denúncia do uso de pesticidas, principalmente do DDT, foi publicada por Rachel Carson, em 1962, no livro intitulado como “Primavera silenciosa” e foi reconhecida historicamente como um marco na relação do homem com a natureza por alertar sobre os desastres naturais causados pelo uso abusivo e incerto de substâncias para o controle de pragas, desconhecidos seus efeitos ao meio ambiente. Carson (1969) destaca, em seu texto, que nem mesmo o ser humano, ironicamente tão seguro de si, foi poupado dos males provocados pelos efeitos dos produtos químicos utilizados, que – por serem silenciosos – tinham, e ainda têm, os riscos negligenciados.

Os pesticidas organoclorados, mesmo com o alerta de Carson no início da década de 1960, foram comercializados até 1970. Atualmente são proibidos para o controle de pragas, devido as suas características persistentes e acumulativas de propagação irrestrita pelas diversas vias do meio ambiente inseridas na cadeia alimentar, interferindo no desenvolvimento de répteis, aves e mamíferos, com indicações de ser um agente carcinogênico (D'AMATO; MALM; TORRES, 2002). Seu uso, entretanto, ainda é tolerado no controle de doenças tropicais, sendo considerado “[...] o único meio economicamente viável de controle [...]” em vários países, principalmente da América do Sul, “[...] tendo em vista, os preços mais elevados de possíveis alternativas”, o que indica a troca de um efeito imediato (o da malária ou outra doença) por um efeito crônico decorrente do uso da substância química, negligenciando continuamente as suas consequências ao meio ambiente (D'AMATO; MALM; TORRES, 2002, p. 1001).

O livro de Carson ficou também conhecido pela crítica ao uso nada moderado das substâncias químicas sintéticas perigosas à saúde das espécies do Planeta. Crítica que Afonso et al. (2006) apontaram para o início do século XX, mas que só ganhou força com a ampliação do conhecimento e dos danos, anos mais tarde, como ilustrado a seguir.

Para que a vida se ajustasse a estas substâncias químicas, seria necessário tempo, numa escala que é apenas da Natureza; requerer-se-iam não somente os anos de vida de um homem, mas também da vida de gerações. E até mesmo isto – se isto se tornasse possível por algum milagre – seria ato fútil, porque as novas substâncias químicas saem dos nossos laboratórios, numa torrente interminável. Cerca de quinhentas delas, todos os anos, encontram um caminho para entrar no uso geral, só nos Estados Unidos. Os algarismos são desconcertantes, e as suas decorrências implícitas não são facilmente percebidas: 500 novas substâncias químicas, a que o corpo do homem e dos animais é induzido de algum modo a adaptar-se a cada novo ano; substâncias químicas totalmente fora dos limites da experiência biológica. (CARSON, 1969, p. 17)

Avançando à década de 1980, os problemas ambientais são mais conhecidos pela comunidade científica e muito do que antes era considerado de consequência local passou a ser interpretado como dinâmico e global, dando início à mobilização em caráter mundial para o enfrentamento dos problemas ambientais. Em 1987, foi publicado pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e para o Desenvolvimento, designada pela Organização das Nações Unidas, o informe intitulado “Nosso futuro comum”, mais conhecido como “Relatório Brundtland” (em homenagem à presidente da Comissão, Sra. Gro Horlem Brundtland).

O Relatório Brundtland (1991) pode ser reconhecido como uma proposta de explicitar a preocupação com os problemas da proteção e da melhoria do meio ambiente, envolvendo a comunidade mundial em metas comuns a serem buscadas em curto e longo prazo. Esta motivação foi desencadeada pela confluência de acontecimentos ocorridos, voltando à percepção para situações incongruentes do ponto de vista econômico, ambiental e social que precisavam ser modificadas para que

fosse possível a continuidade da vida sem ameaças à sobrevivência ou ao modelo de sociedade (modelo padronizado pelo capitalismo).

O Relatório Brundtland (1991) pareceu ter relação imediata com o sistema econômico<sup>4</sup>, devido à tensão provocada pela previsão de esgotamento de recursos naturais que tenderia à paralisação do crescimento dos países – o chamado Desenvolvimento Zero. Todavia, ao estudar as questões de interesse em reuniões públicas pelo mundo, a Comissão se deparou com problemas de caráter socioambiental, principalmente nos países não desenvolvidos ou em desenvolvimento, expressos na má distribuição de alimentos, nos precários sistemas de saúde e de saneamento, na restrição do acesso à energia e na falta de oportunidades (NOSSO FUTURO COMUM, 1991). Segundo Foladori e Tommasino (2001), o combate à pobreza passa a ser um dos focos direcionadores do desenvolvimento sustentável no Relatório Brundtland, sendo atualmente foco de atenção mundial. Assim, a Crise Ambiental é ampla e tem consequências nem sempre previsíveis ou controláveis. A dificuldade de tratar fenômenos ambientais está justamente centrada na complexidade dos diferentes sistemas que a envolvem e que precisam ser estudados.

A década de 1980 foi marcada por desastres ambientais de grande repercussão. A Comissão, na elaboração do Relatório Brundtland, vivenciou alguns momentos desses desastres, exemplificados a seguir, de 1984 a 1987, os quais provocaram, além dos danos, significativa sensibilização social devido as suas consequências.

[...] em Bhopal, na Índia, um vazamento numa fábrica de pesticidas matou mais de duas mil pessoas, deixando outras 200 mil cegas ou feridas; na Cidade do México, tanques de gás liquefeito explodiram, matando mil pessoas e deixando milhares desabrigadas; em Chernobyl, a explosão de um reator nuclear espalhou radiação por toda a Europa, aumentando o risco de incidência de câncer humano; na Suíça, durante o incêndio de um depósito, foram despejados no rio Reno produtos químicos agrícolas, solventes e mercúrio, matando milhões de peixes e ameaçando o abastecimento de água potável na

---

<sup>4</sup> Destaca-se, a partir de Tiezzi (1988, p. 8), que a preocupação era comum aos sistemas capitalista e socialista (“socialismo real”, salientado pelo autor), com foco principal de preocupação sobre o “[...] crescimento material sem limites nem objetivos”.

República Federal da Alemanha e na Holanda.  
(NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 3)

Morin e Kern (1995) afirmam que, nesse período, houve o aumento em degradações locais – como a poluição de corpos d’água, ar e solo, desertificação, desmatamento, erosão –, assim como de grandes catástrofes: a secagem do mar de Aral (Cazaquistão\Uzbequistão), a poluição do lago Baikal (Sibéria/Rússia) e do rio Reno (Suíça, Áustria, Alemanha, França e Países Baixos), além de problemas considerados imediatamente de ordem global, como aqueles relacionados ao efeito estufa e à depleção da camada de ozônio. Particularmente, o aumento em número dos acontecimentos favoreceu a criação de uma atmosfera propícia ao reconhecimento dos fenômenos que estavam ocorrendo, fatos que se popularizaram, ganhando dimensão e passaram, então, a ser identificados com maior facilidade, contribuindo para a contabilidade de casos nas diversas áreas do conhecimento.

O acontecimento que mobilizou a população global, na década de 1980, foi a camada de ozônio<sup>5</sup>, com a constatação dos efeitos nocivos provocados por halogênios atômicos, principalmente do cloro originário dos CFCs (clorofluorcarbonetos) lançados na atmosfera Terrestre.

Os CFCs conquistaram facilmente o ramo industrial por serem gases atóxicos, não inflamáveis, não reativos e que possuem propriedades de condensação, muito úteis como agentes refrigerantes (BAIRD, 2002). O que não se sabia sobre eles é que, ao alcançarem a troposfera, são degradados pela radiação não existente em altitudes inferiores, resultando em espécies de radicais livres muito reativas e catalisadores da reação de degradação do ozônio, sendo, portanto, prejudiciais à camada de ozônio.

Ao final da década de 1970, os CFCs já tinham sido proibidos na maioria dos aerossóis na América do Norte e em alguns países escandinavos. Em nível global, as medidas para contenção do uso dos

---

<sup>5</sup> “Um dos desafios mais urgentes relativos ao meio ambiente e à vida no planeta é a proteção da Camada de Ozônio, que protege a vida na Terra contra os efeitos causados pelos raios ultravioletas emitidos pelo Sol. Diversas substâncias podem alterar a estrutura dessa camada, dentre elas substâncias que possuem cloro e bromo em suas estruturas químicas, tais como os CFC e brometo de metila [metilclorofórmio, hálons, tetracloreto de carbono]. Tais substâncias, quando liberadas na atmosfera, reagem com as moléculas de ozônio, reduzindo sua quantidade Camada. A rarefação da Camada de Ozônio pode acarretar diversos prejuízos ao homem e ao meio ambiente, dentre eles: queimaduras e câncer de pele, catarata, alteração no sistema imunológico, redução das colheitas, degradação do ecossistema dos oceanos e redução da pesca” (MMA, 2007, pág. 3).

CFCs, e outras substâncias prejudiciais à camada de ozônio, aconteceram a partir de 1987 (mesmo ano em que o Relatório Brundtland foi publicado), por meio do Protocolo de Montreal. O Brasil só foi inserido no Protocolo em 1990, quando ganhou apoio financeiro para ajustar sua conduta. Contudo, o Protocolo de Montreal determinou a eliminação gradual dos gases depletivos do ozônio, e a proibição da produção e do consumo em países em desenvolvimento só aconteceu definitivamente em 2010, ainda excetuando os hidroclorofluorcarbonos, que também terão eliminação gradual iniciada no ano de 2013 e finalização prevista somente para 2040, o que significa que lançamentos legais de substâncias depletivas continuam. Estima-se que a camada de ozônio estará completamente recuperada entre os anos de 2050 e 2075 (MMA, 2007).

É curioso notar que, na medida em que os problemas ambientais vão se tornando foco de atenção, a ciência e a Indústria Química passam a ser reconhecidas como as responsáveis pela maioria dos acidentes envolvendo vítimas e danos, dando início, talvez, a um período de maior descontentamento com essa ciência, minando com os mitos criados anos antes (AFONSO et al., 2006), não sendo estranha a promoção de temor quanto à utilização de produtos desenvolvidos. A imagem da Química como uma ciência maléfica ainda tem repercussão atualmente, encobrando, como nos coloca Baird (2002), as benfeitorias por ela produzidas.

A Química, em seus diferentes campos de interesse (síntese, catálise, analítica, ambiental etc.), constitui uma esfera científico-tecnológica para um desenvolvimento industrial nos mais diversos setores: têxtil, automotivo, de alimentos, de cosméticos etc. (FONSECA et al., 1979; MACHADO, 2009b). Participante de diversos setores, a Química é relacionada facilmente, e muitas vezes de maneira inadequada, às repercussões negativas associadas às atividades científicas e/ou industriais. Neto (1995, p. 597) critica aqueles que julgam a Química como maléfica e acredita que, na busca por culpados, a Química foi escolhida para ser atacada, sendo, portanto, negligenciados todos os seus benefícios. Neste sentido, exaltam a relação com as drogas, os processos traumáticos de quimioterapia, os derramamentos de petróleo, a contaminação de alimentos, a poluição do ar etc., sendo, por assim dizer, o “[...] mais poderoso dos Cavaleiros do Apocalipse!”.

Consideramos que a Química não é isenta de culpa. Assim como Foladori (2008) argumenta que a tecnologia esteja em meio aos valores da sociedade, estendemos para as ciências a mesma compreensão; não

há meios em que a ciência ou a tecnologia mudem sem que o atual modelo de sociedade comece a ser transformado.

### 2.3 PROBLEMAS ATUALMENTE ENFRENTADOS EM ÂMBITO NACIONAL E MUNDIAL

Os problemas ambientais dificilmente desaparecem. Com o desenvolvimento histórico, mais e mais problemas são identificados, e poucos, dado o completo fim da causa do problema, podem se dizer resolvidos – em sua maioria, somente depois de um período de tempo relativamente longo, como se espera dos gases depletivos do ozônio. Assim como este, atualmente, outros problemas são foco do Ministério do Meio Ambiente Brasileiro, que se organiza em 11 colegiados: Biodiversidade, Cerrado, Combate à Desertificação, Compensação Ambiental, Conama, Florestas, Gestão de Florestas Públicas, Patrimônio Genético, Recursos Hídricos, Segurança Química, Zoneamento Ecológico Econômico (MMA, 2013).

Dentre os Colegiados, destacamos um em particular que trata somente da Segurança Química, dando visibilidade à amplitude das preocupações ambientais envolvidas com a Química. A Comissão Nacional de Segurança Química (Conasq) existe desde 2001, é formada por 22 instituições, dentre as quais estão representantes do setor público, privado e não governamentais. Possui, como um de seus objetivos, fomentar discussões sobre segurança química, o que envolve não só interesses nacionais, como internacionais (MMA, 2013).

Verificando apenas as reuniões realizadas a partir do ano de 2011, podemos destacar os assuntos de maior relevância discutidos entre as linhas de ação: 1) Controle e redução de risco de produtos, processos e substâncias químicas; 2) Acidentes/emergências com produtos químicos; 3) Gestão de resíduos e áreas contaminadas; 4) Implementação de convenções, acordos e regulamentos internacionais relacionados com segurança química (ex.: Convenção de Roterdã, Convenção de Estocolmo, Convenção da Basileia, Protocolo de Montreal); e 5) Informação e comunicação sobre segurança química (MMA, 2013).

Os objetivos definidos pela Convenção de Estocolmo<sup>6</sup> e pela Convenção de Roterdã<sup>7</sup> são os mais discutidos nas reuniões da Conasq.

---

<sup>6</sup> A Convenção de Estocolmo, realizada em 2001, na Suécia, deu origem ao tratado internacional que determina a promoção de melhores tecnologias e práticas no campo tecnológico, visando à prevenção do desenvolvimento de novos Poluentes Orgânicos



Acreditamos que se deva ao fato da considerável periculosidade dos produtos que estão envolvidos e das dificuldades de retirá-los das cadeias produtivas. Para a primeira, destaca-se o inventário de poluentes orgânicos persistentes em território nacional. Já para a segunda, se destacam o amianto (de aplicação industrial) e o mercúrio e seus derivados – com aplicação no Brasil, na mineração do ouro e na presença em combustíveis fósseis, além da aplicação como praguicida (MMA, 2013).

Abordamos estes assuntos de interesse do Ministério do Meio Ambiente para que se torne mais claro como a solução para os problemas ambientais são complexas e que são compreendidos de diferentes pontos de vista, abrangendo diversos interesses que acabam protelando o uso de uma substância perigosa por motivos econômicos.

O amianto é reconhecido como uma substância cancerígena pela Organização Mundial da Saúde há 36 anos (RFI, 2012). Além disso, por ser um mineral, sua exploração resulta também em danos ambientais; no entanto, o amianto continuou a ser produzido no Brasil, ao menos até o final de 2012. A questão é delicada, pois o Brasil se tornou o terceiro maior produtor de amianto e o segundo maior exportador da fibra mineral, gerando um impasse de caráter econômico. As atas das reuniões da Conasq revelam, desde 2005, que a eliminação do amianto vem sendo discutida sem apresentar consenso. Os desdobramentos da questão do amianto no Brasil envolvem pessoas com problemas de saúde por exposição às fibras do amianto, pesquisadores, empresários, a mídia e o governo, demonstrando a repercussão da discussão de um problema socioambiental (MMA, 2013).

A discussão com relação ao mercúrio não é diferente. Com uso na indústria, na medicina e doméstico, o produto tem substancial implicância econômica. Contudo, é sabidamente um metal pesado, com características de persistência no meio ambiente, sendo facilmente incorporado à cadeia alimentar, e agente potencial de poluição da água, do solo e do ar, gerando problemas sociais e ambientais de preocupação internacional, e seu banimento também está sendo discutido (MMA, 2013). É notório, como visto com o acidente no Japão, na cidade de

---

Persistentes (POPS), já nas plantas industriais, buscando a sua eliminação total – exemplo: DDT, dioxinas e furanos (MMA, 2013).

<sup>7</sup>A Convenção de Roterdã foi adotada em 1998, porém só entrou em vigor em 2004, quando foi ratificada por 50 países. O acordo estabelece o controle do movimento transfronteiriço de produtos químicos perigosos (39 substâncias), tendo como objetivo o princípio do consentimento prévio do país importador e na responsabilidade compartilhada no comércio internacional desses produtos (MMA, 2013).

Mínimata, em 1956, que os danos provocados pelo acidente envolvendo milhares de pessoas têm repercussão até os dias atuais.

A atenção que demos até aqui envolve somente uma das linhas de atuação da Conasq; as outras quatro linhas, relembando, tratam-se de: 1) Controle e redução de risco de produtos, processos e substâncias químicas; 2) Acidentes/emergências com produtos químicos; 3) Gestão de resíduos e áreas contaminadas; e 4) Informação e comunicação sobre segurança química (MMA, 2013), e referem-se à maneira de enfrentar os problemas já existentes e a traçar metas de prevenção de contaminação e/ou acidentes por produtos químicos, no que concebem uma perspectiva moderna, prevenindo a produção de substâncias químicas tóxicas em todas as etapas de um processo de produção. Assim, consideramos que envolvem a QAmb e a QV.

## 2.4 A QUÍMICA AMBIENTAL, A QUÍMICA VERDE E SEUS FOCOS DE ESTUDO

A área da QAmb desenvolveu-se em meio a fatores históricos importantes. O primeiro foi o movimento ambientalista no Brasil, com início em meados dos anos 1960 e muito difundido nos anos 1970, do qual fez parte o discurso que envolve “responsabilidade ambiental e risco” (DOMINGUES, 2007, p. 145). Em 1972, foi publicado o documento denominado “Limites do Crescimento”, que, segundo Domingues (2007), aponta para a necessidade de se estagnar o crescimento econômico, o que provocou grande agitação em contexto mundial. Em 1982, no mesmo ano da subdivisão da área da QAmb na Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), ocorreu a Reunião da Comissão Mundial de Meio Ambiente, responsável pela publicação posterior (1987) do Relatório Brundtland, visando harmonizar a relação entre Economia e Meio Ambiente (DOMINGUES, 2007). Como já destacado, esse Relatório promoveu críticas ao modelo e aos métodos adotados no desenvolvimento da Química até aquele momento, fazendo apelo e recomendações à substituição de substâncias perigosas e processos poluentes, ao controle e tratamento de rejeitos, evitando problemas ao Meio Ambiente, e, essencialmente, à saúde humana (NOSSO FUTURO COMUM, 1991). É nesse Relatório, ainda, que o conceito de Desenvolvimento Sustentável aparece, dando início às discussões que tentam viabilizar o crescimento econômico e a preservação do Meio Ambiente. Por fim, destaca-se a Conferência das Nações Unidas que ocorreu em 1992, no Rio de Janeiro, a Eco-92, dois

anos antes da criação da divisão da QAmb na SBQ, em que o tema do “Desenvolvimento Sustentável” foi amplamente discutido. Assim, a QAmb despontou no momento em que discussões intensas sobre o Meio Ambiente estavam acontecendo, constituindo-se, em certa medida, como uma resposta da Química às demandas políticas, econômicas, sociais e científicas que emergiam naquele momento.

Tanto para Andrade (1992) como para Grassi (2011), as pesquisas da QAmb até a década de 1980 tinham como foco principal o desenvolvimento de técnicas para o monitoramento de espécies químicas consideradas poluentes, em um (ou mais de um) dos três compartimentos ambientais: atmosfera, biosfera e hidrosfera. Segundo Jardim e Mozeto (2002), esses poluentes são materiais ricos em nutrientes provenientes do processo de fertilização e dos diversos processos industriais e agrícolas, especialmente porque advêm da utilização de agrotóxicos e de compostos inorgânicos contendo metais e metaloides. Logo, o foco da QAmb recai sobre a presença destas espécies de produtos no meio ambiente, pois deveriam ser acompanhados, evitando danos ambientais de maior repercussão (ANDRADE, 1992). O monitoramento, assim, passou a ser foco da maioria das pesquisas na área.

Grassi (2011) aponta que o desenvolvimento inicial da QAmb teve forte influência da escola tradicional da Química Analítica, que tinha por objeto de estudo o desenvolvimento de protocolos de análises, limitados às situações laboratoriais decorrentes do pouco contato com a pesquisa de campo. Isso demarca as características dos objetos de interesse e de estudo das metodologias de coleta e de análise que influenciaram o próprio desenvolvimento da QAmb, o que podemos considerar o primeiro momento da área. Atualmente, esse foco constitui as pesquisas desenvolvidas pela Química Analítica Ambiental (GRASSI, 2011).

Com o aumento de especialistas na década de 1980, tanto na área analítica quanto na área ambiental, foram promovidos eventos que motivaram discussões sobre o desenvolvimento dessas áreas no Brasil. Além dos eventos anuais da SBPC e da SBQ, tiveram início os Encontros Nacionais da Química Analítica (ENQA) (a partir de 1982) e o Congresso Brasileiro de QAmb, em 1985, que acabaram fortalecendo a reunião dos especialistas da área e que incitaram discussões relativas à metodologia e aos problemas a serem enfrentados (ANDRADE, 1992; GRASSI, 2011).

Grassi (2011) aponta que, apesar da semelhança de nomes, as áreas, atualmente, possuem objetivos bem distintos, porém isso não

impede que “conversem” entre si. São próximas e a circulação de ideias entre elas pode auxiliar em seu desenvolvimento. Apresentada pela Divisão de QAmb da SBQ, 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. (SBQ, 2013, grifo nosso)

Segundo Jardim e Mozeto (2002, p. 7), a partir de 1994, as pesquisas da área seguem esta definição, a qual os autores consideram mais apurada, com base no contexto, superando os aspectos relacionados somente à monitoração e distanciando-se do foco das pesquisas da Química Analítica Ambiental. Os autores referem-se à QAmb como “[...] pesquisas básicas e aplicadas na área, forte e claramente contextualizadas, em problemas ambientais definidos, tendo-se um ecossistema ou, um ou mais, de seus compartimentos enfocados”, tendo, portanto, um caráter fortemente multi e interdisciplinar.

A QV, por sua vez, é mais recente que a QAmb, segundo Anastas, Beach e Cui (2009), sendo desenvolvida no início dos anos 1990. Entretanto, no cenário brasileiro, segundo publicações na Revista Química Nova, a QV apresenta-se de maneira ainda mais recente, em meados dos anos 2000. De maneira semelhante à QAmb, a QV também emerge em um contexto de discussões ambientais, com destaque mais uma vez ao Relatório Brundtland (1991), e também recebendo influência da visão de que os problemas ambientais se expressam em três dimensões: econômica, social e ambiental.

Machado (2009b, p. 27) argumenta sobre a “pobreza química” em países não desenvolvidos e em desenvolvimento, enfatizando que o Relatório Brundtland (1991) prescreve, como um ideal a ser alcançado, a diminuição das diferenças sociais e econômicas entre países, dando ênfase às diferenças de oportunidades de desenvolvimento científico e tecnológico. Segundo o autor, há a “[...] necessidade de inovar este campo de atividade [Química Industrial] da tecnosfera no sentido de o compatibilizar com a ecosfera, tendo em vista o objetivo de um

desenvolvimento contínuo. Entretanto, Machado (2011) diz que foi também devido às críticas feitas à Química e a Indústria Química que se deu a emergência da QV, na década de 1980, ainda que esta não tenha alcançado configurações muito claras e organizadas.

A QV emerge justamente no contexto de instauração de uma maneira de pensar com base em aspectos associados ao tema do Desenvolvimento Sustentável. Segundo Anastas, Beach e Cui (2009, p. 1038, tradução nossa), o desenvolvimento da QV se utilizou da interface com outras áreas do conhecimento e da própria Química para responder aos problemas levantados sobre e pela indústria, ganhando o reconhecimento como “[...] o *design* de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas”. O que, de certa forma, evidencia uma circulação de ideias entre a Química e outras áreas como a Engenharia, a Física e a Biologia.

O desenvolvimento da QV tem, portanto, fortes vínculos com as atividades da Química Industrial, tendo em vista que sua preocupação inicial teve justamente início nas discussões sobre os problemas desencadeados por processos de produção causadores de impactos ambientais. As pesquisas, então, buscaram responder a isso em nível laboratorial e foram expandidas, posteriormente, para a escala industrial.

No interior da própria Química, a QV relaciona-se fortemente com a Química Orgânica, tendo em vista “[...] numerosas transformações orgânicas tradicionais que dependem de minerais e ácidos de Lewis ou hidróxidos metálicos, geradores de fluxos de resíduos carregados de sais inorgânicos” (ANASTAS; BEACH; CUI, 2009, p. 1040, tradução nossa). Segundo Machado (2011), os químicos orgânicos tomaram, então, consciência, após um século e meio de produção de novas substâncias, que não bastava somente a produção do composto, mas também a não geração de resíduos.

Acreditamos, com base na definição de QV que apresentamos de Anastas, Beach e Cui (2009), que o primeiro princípio da QV seja o eixo fundamental apoiado na precaução, o que corrobora a necessidade do *design* de produtos e processos, evitando a geração de riscos socioambientais e intensificando os princípios enumerados seguidamente.

Segundo o Décimo Primeiro Princípio da QV, “[...] o monitoramento de sínteses e processos para a prevenção de resíduos, a redução de solventes e substâncias auxiliares e a prevenção de subprodutos perigosos [...]”, a QV também estabelece envolvimento com a Química Analítica, já que impulsiona o desenvolvimento de equipamentos mais sensíveis para serem acoplados aos equipamentos de

processos industriais (ANATAS; BEACH; CUI, 2009, p. 1040, tradução nossa).

A partir da QAmb, é possível afirmar que os químicos se preocupam, e muito, com os danos já causados ao meio ambiente por produtos e processos químicos. Buscam, então, a partir da compreensão dos ecossistemas, entender os mecanismos de ação, bioacumulação e transformação e os modos de remediar e controlar substâncias nocivas aos seres humanos e ao meio ambiente emitidas por diferentes fontes de poluição, sejam estas de origem natural ou não, a fim de evitar danos ainda maiores. Nesta perspectiva, consideram-se “[...] problemas ambientais bem demarcados [...]”, definidos em importância entre a perspectiva econômica e social (JARDIM; MOZETO, 2002, p. 7).

Já na QV, o foco se volta para a Indústria Química (MACHADO, 2004) e o desenvolvimento de processos mais seguros que tenham como objetivo a prevenção, a fim de desenvolver processos mais eficientes e seguros, muito bem expostos por meio dos 12 Princípios da QV (ANEXO B). Assume-se, ainda, que os 12 Princípios da QV estão ajudando a mudar a maneira com que outros profissionais da Química – que não propriamente ligados à QV ou à QAmb – direcionam e realizam as suas pesquisas.

Diante do exposto neste capítulo, consideramos a importância de serem discutidas as questões ambientais no âmbito da Química, proporcionando ao maior número de pessoas a compreensão dos fenômenos complexos de desenvolvimento desta ciência que pode contribuir para a melhoria ou manutenção da qualidade de vida. Neste sentido, enfatizamos a importância do Ensino de Química voltado às questões ambientais, pois o desenvolvimento dessa ciência e dos produtos gerados por ela envolve até as pessoas mais desavisadas.

### 3 COMPREENDENDO A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A ênfase dada à Revolução Industrial no capítulo anterior apresenta a mudança na maneira de os seres humanos se relacionarem com o mundo, favorecendo, entre tantos fatores, o aumento da população e da produção de bens de consumo para abastecer as necessidades básicas e ostensivas que possuem relação com o desenvolvimento e aprimoramento da Indústria Química; salvos os aspectos socioeconômicos. Segundo Liao (2012), alguns pesquisadores incluem a aceleração das alterações nos padrões geológicos ambientais na caracterização de uma nova era geológica denominada “Antropoceno” (em oposição ao “Holoceno”<sup>8</sup>), um período que demarca a ação do homem na Terra pela aceleração de mudanças que, na ausência humana, demorariam mais alguns milhares de anos para acontecer (ROCKSTRÖM et al., 2009).

Com base no entendimento do Antropoceno, Rockström et al. (2009) afirmam a necessidade do estabelecimento de limites planetários seguros, os quais a humanidade não deveria ultrapassar, prevenindo resultados abruptos e irreversíveis no meio ambiente, já que estes podem ser prejudiciais à continuidade do desenvolvimento humano. A título de informação, os pesquisadores apresentaram nove índices que acreditaram ser importantes para a manutenção de um espaço de funcionamento seguro:

[...] mudanças climáticas, taxa de perda da biodiversidade (terrestre e marinha), interferência nos ciclos do nitrogênio e do fósforo, esgotamento do ozônio estratosférico, acidificação dos oceanos, uso da água doce mundial, mudança no uso da terra, poluição química e carregamento do aerossol atmosférico. (ROCKSTRÖM et al., 2009, p. 472, tradução nossa)

Entre esses fatores, três já teriam ultrapassado os valores estimados como seguros. São eles: mudanças climáticas, taxa de perda da biodiversidade e interferência no ciclo do nitrogênio. É também

---

<sup>8</sup> Holoceno, segundo Rockström et al. (2009), é um momento em que “[...] as mudanças ambientais ocorriam naturalmente e a capacidade de regulação da Terra mantinha as condições que permitiam o desenvolvimento humano” (ROCKSTRÖM et al., 2009, p. 472, tradução nossa).

ressaltada a poluição química, que salientamos por seu envolvimento com a área da Química no que se refere aos problemas ambientais, atestando a importância da discussão da Sustentabilidade Ambiental (SAMB) pelos químicos, o que nos leva a adentrar no eixo de discussão deste trabalho.

O presente capítulo propõe discutir algumas percepções sobre o Desenvolvimento Sustentável (DS) por entender que possa ter influência na atividade humana com responsabilidade ambiental, além de aparecer com frequência relacionado à SAMB. Também buscamos discutir o que se tem dito a respeito da SAMB, veiculando as alternativas de interpretação dos resultados desta pesquisa, que envolvem as compreensões de professores de Química do Ensino Médio.

### 3.1 A PERSPECTIVA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A compreensão do DS emergiu da necessidade de gerir a matéria-prima com vistas a dar continuidade ao processo de produção já no início do século XVIII, quando as florestas utilizadas como biomassa foram degradadas, gerando preocupação com motivação essencialmente econômica (MACHADO, 2010). Mais tarde, em 1987, com a ampliação dos conhecimentos sobre os problemas ambientais, o DS foi conceituado pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e para o Desenvolvimento como “[...] aquele que atende às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 8), que representa o objetivo de gerar qualidade de vida (preocupação social), manutenção do crescimento econômico (preocupação econômica) e o cuidado com o meio ambiente (preocupação ambiental), compondo uma tríade de dependência mútua (MACHADO, 2010).

Resultam, entretanto, deste último conceito de DS, críticas que condenam o incentivo que oferece à produção e ao consumo aliado à criação de necessidades que, na realidade, contribuem para a concentração de renda e poder entre poucos, acirrando as diferenças sociais e a depredação do meio ambiente, além de ser considerado demasiadamente vago e indeterminado quanto aos meios de resolução de problemas e/ou ações estratégicas norteadoras. Mesmo assim, concordamos que o DS é um dos conceitos mais difundido e discutido quando o assunto é o alcance da SAMB, mas compreendemos sua



insuficiência por colaborar com a predominância do capitalismo, sistema econômico que não permite mudanças sociais e econômicas significativas capazes de dar suporte ao comprometimento com o meio ambiente (FOLADORI, 2008).

Com esta base, ressaltamos o vínculo contraditório do conceito de DS com a compreensão de que deve existir um equilíbrio dinâmico em que a quantidade de recursos extraídos da natureza não ultrapasse o limite da sua capacidade de reposição, sendo o equilíbrio o cerne do conceito (MACHADO, 2010).

Aparentemente estático, o conceito de DS passou, e passa, pela discussão entre comunidades, corporações, governos e instituições de ensino, gerando distintas interpretações. Segundo Lindsey (2011, p. 561, tradução nossa), somente “[...] entre os anos de 1974 a 1992 foram identificadas na literatura 70 definições diferentes para o termo”. Aberto a várias interpretações, este conceito tem a habilidade de camuflar-se entre grupos de diferentes interesses, qualidade que possibilitou ao termo o reconhecimento a nível mundial por grupos com estruturas de pensamento distintas (MONTIBELLER-FILHO, 2008).

Machado (2010) apresenta o conceito de DS como uma maneira de chegar à SAmb e comenta que é comum encontrar interpretações que consideram o conceito de DS como sinônimo de SAmb. Basiago (1995) é um exemplo: interpreta da mesma maneira o conceito presente no Relatório Nosso Futuro Comum (1991) sobre DS e a SAmb. O autor ainda explora as distintas maneiras que diferentes domínios (biológico, econômico, ético, de planejamento urbano e social) apreendem o conceito de DS, o que lhe permite afirmar que o DS é uma metodologia universal<sup>9</sup> para medição da vitalidade humana e ambiental, rendendo-lhe como resultado o estabelecimento de alguns indicadores que possibilitam mensurar a sustentabilidade (de futuro, de equidade, do ambientalismo global e da biodiversidade). Os indicadores lançados pelo autor concordam com a tríade do conceito de DS (equidade econômica, social e ambientalismo global) e com a questão da biodiversidade qual Rockström et al. (2009) também fizeram referência em pesquisa posterior.

Basiago (1995) considera o DS a mais importante política do século XXI; a expressão de uma nova filosofia que deve orientar as

---

<sup>9</sup> “*Far from being a mere doctrine of development science, 'sustainability' has emerged as a universal methodology for evaluating whether human options will yield social and environmental vitality*” (BASIAGO, 1995, p. 109).

tomadas de decisões, avançando no que diz respeito ao princípio da precaução em relação às incertezas científicas.

“Sustentabilidade” anima “o Princípio da Precaução”, afirmado pela União Europeia (UE) em 1990, na Declaração de Bergen sobre Desenvolvimento Sustentável, que requer preservação ecológica em casos de incerteza científica quando danos sérios ou irreversíveis ameaçam. (BASIAGO, 1995, p. 109, tradução nossa)<sup>10</sup>

Consideramos a interpretação do autor mais elaborada do que o conceito original, proveniente do Relatório Brundtland, por avançar no que se refere ao princípio da precaução como um dos pilares para o alcance da sustentabilidade. Porém, pode ser um problema considerar o DS sem ponderar as suas limitações.

Outro autor que consideramos relevante nesta discussão é Lindsey (2011, p.564, tradução nossa), que apresentou o DS como um caminho a ser trilhado em busca da sustentabilidade. O foco de discussão do autor se volta para a problemática que se instaura na esfera industrial, apostando na tecnologia como uma maneira de alcançar uma sociedade mais sustentável: “Desenvolver e implementar sistemas que reduzem o desperdício por meio da melhoria da qualidade de produtos, processos e sistemas é a chave para uma sociedade mais sustentável”<sup>11</sup>. Assim como o pesquisador, não imaginamos uma sociedade mais sustentável sem o acompanhamento tecnológico, desde que sejam levados em consideração a consciência sobre as incertezas do conhecimento científico (LINDSEY, 2011) e de mudanças na política ambiental (THORNTON, 2001).

Winterton (2005) distingue ambos os termos, Desenvolvimento Sustentável e Sustentabilidade Ambiental, também referenciando o

---

<sup>10</sup> *'Sustainability' animates 'the precautionary principle', affirmed by the European Union (EU) in 1990 in its Bergen Declaration on Sustainable Development, which requires ecological preservation in cases of scientific uncertainty where serious or irreversible damage is threatened* (BASIAGO, 1995, p.109).

<sup>11</sup> *“Developing and implementing better systems that reduce wastefulness through improved quality of products, processes and systems is the key to a more sustainable society”* (LINDSEY, 2011, p.564).

primeiro no Relatório Brundtland e sugerindo para o segundo a definição de Roland Clift, o qual menciona que a Sustentabilidade é:

[...] um estado de êxtase da existência, na qual as habilidades técnico-econômicas da humanidade são implantadas dentro dos limites ecológicos de longo prazo impostas pelo planeta de fornecer recursos e absorver as emissões, para proporcionar o bem-estar em que a sociedade humana se baseia para uma qualidade aceitável da vida. (CLIF, 2000 apud WINTERTON, 2005, p. 157, tradução nossa)<sup>12</sup>

Winterton (2005) empreende ao conceito de Sustentabilidade Ambiental a substituição da orientação econômica pela orientação ambiental, considerando que as habilidades científico-tecnológicas devem ser restritas à capacidade de suporte da Terra, e não incentivadas pela ótica de obtenção do lucro.

Destacamos, na discussão de Winterton (2005), o aparecimento do fator cronológico na discussão da sustentabilidade, porém não identificamos a importância dada pelo autor para este conceito, tendo em vista que faltou o aprofundamento do assunto.

Winterton (2001) é crítico ao se posicionar com relação à ciência e à tecnologia, destacando as suas necessidades sem defendê-las como suficientes para o alcance da SAmb. Além disso, possui consciência da multidimensionalidade dos problemas ambientais e, por esta razão, das dificuldades em solucioná-los de maneira efetiva. Insere, ainda, em suas discussões, as limitações impostas segundo as Leis da Termodinâmica, contudo, mantém a credibilidade na possibilidade da SAmb.

A compreensão do posicionamento de Winterton (2001) segundo as limitações físicas é explorada por Huesemann (2003), que defende que a ideia do DS, de proteção ambiental e de crescimento econômico harmônicos resultaram na busca de tecnologias eficientes ou na “eco-eficiência”, no que diz respeito aos padrões de processos de produção industrial, o que, para o autor, é insuficiente para buscar a sustentabilidade. Isso porque, segundo Huesemann (2003), a utilização

---

<sup>12</sup> [...] *a blissful state of existence, in which humanity's techno-economic skills are deployed, within the long-term ecological constraints imposed by the planet to provide resources and absorb emissions, to provide the welfare on which human society relies for an acceptable quality of life* (CLIF, 2000 apud WINTERTON, 2005, p. 157).

de recursos não renováveis e a impossibilidade de reciclagem de 100% do material residual das indústrias são fatores contribuintes para a degradação dos ambientes na finitude das matérias-primas, compondo um padrão insustentável, independentemente das tecnologias utilizadas no processo industrial. Situação que é agravada pela sociedade de consumo crescente, considerando este otimismo tecnológico ingênuo no enfrentamento de problemas ambientais.

Em outra perspectiva, apoiando-se na Segunda Lei da Termodinâmica, constata-se que não há como uma atividade humana, neste caso, industrial, não produzir danos ao meio ambiente (HUESEMANN, 2003). Com o intuito de compreendermos melhor esta ideia, mas sem aprofundar na discussão através da linguagem físico-química, apresentamos uma simplificação da Segunda Lei da Termodinâmica (quadro 1), transportando o conceito aplicado aos microestados da matéria para os macroestados, de modo que possibilite interpretar as limitações das ações sobre o meio ambiente a partir dela.

<b>Variação da Entropia (<math>S</math>)</b>	<b>Tendência da Reação</b>	<b>Classificação do Processo</b>
$\Delta S > 0$	Espontânea.	Irreversível
$\Delta S < 0$	Espontaneidade no sentido contrário.	
$\Delta S = 0$	Não espontânea.	Reversível

Quadro 1 – Síntese da Segunda Lei da Termodinâmica.

Fonte: Elaborado a partir de Atikins (2001).

Consideramos que toda a atividade humana provoca transformações no ambiente que possuem tendências a se comportarem como irreversíveis, gerando um quadro de degradação ambiental. A grande questão não se relaciona à destruição da paisagem que não voltará mais a ser como era antes, pois a paisagem é dinâmica e se altera a todo tempo, mas porque a degradação do meio ambiente se faz por meio da dissipação da energia, a qual não será mais recuperada. Tal dissipação da energia é o que se entende como entropia, ( $S$ ) (TIEZZI, 1988).

A Segunda Lei da Termodinâmica representa esta tendência à espontaneidade das transformações, que resultam no aumento da entropia, a qual “[...] mede o grau de dispersão da energia: as transformações tendem a se verificar de modo espontâneo na direção da entropia crescente, do máximo grau de dispersão” (TIEZZI, 1988, p.

24). Todavia, do ponto de vista teórico, é possível considerar que a entropia de um sistema pode diminuir se, e somente se, os fenômenos de transformação provocarem aumento entrópico nas vizinhanças: “o sistema” é o planeta Terra e o Universo, a sua “vizinhança”. Nesta situação, há a necessidade de tomar a entropia global, a qual é definida pela variação da entropia no sistema adicionado ao valor da entropia da vizinhança (ATIKINS, 2001), representada pela Equação 1:

$$\Delta S_{global} = \Delta S_{Terra} + \Delta S_{Universo} \quad (1)$$

A equação representa a tendência da variação entrópica, quando  $\Delta S_{global} > 0$ , demonstrando a existência de processos irreversíveis de transformação energética. Como exemplo, poder-se-ia tomar uma floresta vivendo dois cenários distintos: no primeiro, mantendo a floresta e as suas características conservadas, ou ainda, em uma visão ecológica, uma floresta madura; no segundo, a floresta foi derrubada e agora se recupera em um processo de sucessão ecológica, em que ocorrem mudanças constantes nas populações e no ambiente até que seja atingido o clímax, ou a situação de equilíbrio ecológico, em que as taxas de manutenção passam a ter as médias constantes. Até lá, essa floresta será denominada como floresta jovem, necessitando de muita energia e nutrientes para que possa crescer e se transformar (ODUM, 2001). Não se trata somente da conservação estética da paisagem, mas da consideração de que florestas mais maduras conseguirão se manter com menor gasto energético, tendo em vista que seus gastos metabólicos não são apenas reprodutivos, mas também de crescimento e transformação. Ou seja, florestas maduras possuem a variação de entropia menor do que florestas jovens (ODUM, 2001). Neste sentido, uma transformação causada na paisagem com a retirada das árvores é mais que a simples mudança de paisagem, ou até mesmo sua degradação, a questão é que tentar recuperá-la não irá permitir o retorno energético dissipado, tornando o reflorestamento uma alternativa insuficiente de redução de impactos, mesmo que vise a utilização de um recurso renovável. Ressaltamos: não é perfeito e deve ser ponderado.

Segundo Tiezzi<sup>13</sup> (1988), fundamentados nos postulados da termodinâmica, os sistemas tendem a um grau máximo de dispersão de energia, ou ainda, diminuição da energia livre e aumento da entropia que, em seu momento auge, alcança a morte térmica. Quando o

---

<sup>13</sup> “[...] as transformações tendem a se verificar de modo espontâneo na direção da entropia crescente, do máximo grau de dispersão” (TIEZZI, 1988, p. 24).

equilíbrio químico é estabelecido, a realização de trabalho ( $w$ ) é impossibilitada e, com isso, a manutenção dos ciclos biogeoquímicos no sistema Terra, responsáveis por sustentarem a vida, é inviabilizada. Diferentemente do entendimento ecológico de funcionamento dos sistemas, o equilíbrio termodinâmico é negativo, isso significa dizer que estamos acelerando os ritmos da natureza ao transformá-la sem levar em conta nosso relógio termodinâmico (TIEZZI, 1988).

Sobre processos menores, como os industriais, Huesemann (2004, p. 267) afirma que, mesmo com as buscas intensificadas na direção da “eco-eficiência”, jamais será possível reduzir os danos a zero, devido à perda de energia inerente ao processo de transformação, denunciando, de certo modo, a crença na resolução de problemas via *design* industrial de processos, impondo uma limitação séria ao alcance da SAmb. Por este raciocínio termodinâmico, a humanidade estaria, então, destinada ao fim, seja considerando possibilidade de extinção do Sol (dissipação da energia interna em energia e calor), seja pela morte termodinâmica do sistema.

Esse raciocínio tornaria, então, falacioso o argumento daqueles que defendem o alcance da SAmb? Os limites impostos segundo as leis que regem a natureza poderiam ser considerados não válidos para a estrutura da sociedade atual? Por que a impossibilidade de alcançar a SAmb não provoca entre os cientistas e as sociedades o descaso completo com o ambiente? O que faz com que se persiga algo que é cientificamente dado como impossível e idealizado?

**Concordamos com a interpretação de Machado (2010) e compreendemos o conceito de SAmb como social e histórico, válido em um período de tempo determinado. Período que tentamos prolongar com a utilização de novas e melhores tecnologias, com mudanças na maneira de pensar e das relações econômicas. Assim, admitimos as leis da termodinâmica e, portanto, consideramos a inviabilidade da SAmb, mas a defendemos como um modelo utópico a ser perseguido, com o intuito de manter a qualidade de vida entre as diferentes espécies, prolongando a estadia de nossa civilização no Planeta<sup>14</sup>.**

Sugerimos o aprofundamento dos estudos termodinâmicos, assim como a busca de respostas que não ignorem as limitações do sistema Terra-Universo. Em complemento, apoiamos os estudos que levam em

---

<sup>14</sup> Este é o nosso argumento central sobre SAmb, e o destaque dá-se por este motivo.

consideração fenômenos probabilísticos, que pouco têm sido divulgados, mas que, segundo Prigogine (2002), ampliam a compreensão sobre o universo, considerando-o indeterminado e em constante transformação, dependente continuamente das relações com os elementos que o constituem, como a vida. A compreensão de que a existência do universo não é determinado e que se modifica na relação que mantém com a vida na Terra, dá aos seres humanos perspectiva para alterar possíveis cenários catastróficos por meio da mudança nas relações sociais e ambientais.

Prigogine e Stengers (2004) distanciam-se de compreensões que sugerem que a vida se dá ao acaso ou por escolhas desinteressadas; consideram que as escolhas fazem parte do momento evolutivo, isto é, do momento histórico que estamos vivenciando, em um sistema longe do equilíbrio (termodinâmico) que interferem na evolução do universo. Também concordamos que é próprio considerar as possibilidades de reorganização e de readaptação das sociedades em busca da SAmb, concebendo a disparidade entre passado, presente e futuro, dando particular importância ao fator “tempo” alterando as condições iniciais de nosso experimento coetâneo (como exemplo: a vida e suas implicações).

O fator “tempo”, que consideramos de extrema importância para a compreensão da SAmb que defendemos, foi ocultado da maioria dos estudos científicos, encerrando o conhecimento em determinações universais. Contudo, assim como Prigogine (2002, p. 8), acreditamos que exaltar a direção evolutiva que os sistemas são conduzidos (diferenciando passado, presente e futuro) traduz a “[...] solidariedade da nossa experiência [...] com o mundo que vivemos”, admitindo os processos de desenvolvimento da vida, não a deixando entregue somente aos saberes místicos.

Estamos certos de que a consideração das Leis da Termodinâmica, da realocação do fator tempo entre as conclusões científicas e a divulgação do estudo de fenômenos probabilísticos podem dar subsídios que nos encaminhem com mais confiança na busca do modelo de SAmb, contribuindo na sinalização das inadequações no modo de nos relacionarmos com o meio ambiente e sobre a insuficiência dos discursos e das medidas adotadas segundo o DS.

### 3.2 À MANEIRA DOS QUÍMICOS

É esperado que os químicos também estejam avançando na maneira de se relacionarem com as questões ambientais, mesmo porque,

como já mencionamos, os químicos são considerados, em um “senso comum”, como grandes culpados pela degradação ambiental (BAIRD, 2002).

Como apresentamos no primeiro capítulo, as evidências dos problemas ambientais tiveram dimensões significativas por volta de 1960. Até esta época, acreditava-se que os produtos químicos destinados ao meio ambiente seriam transformados em substâncias não prejudiciais ou seriam diluídos de maneira que não causassem riscos; segundo Baird (2002), esta maneira de lidar com os produtos químicos foi aceita historicamente. A já retratada denúncia dos pesticidas persistentes e bioacumulativos (como o DDT), assim como a repercussão dos danos causados também por subprodutos de processos industriais altamente tóxicos, promoveram superação desta visão de diluição dos produtos químicos (mesmo que ainda se manifeste em dadas circunstâncias).

Sabendo da existência dos poluentes e de sua capacidade toxicológica, iniciou-se a aplicação de medidas de controle em “fim de linha” com o intuito de conter os resíduos perigosos provenientes dos processos industriais, impedindo que chegassem ao meio ambiente sem tratamento. Contudo, o que se percebeu foi apenas a mudança na maneira de destinar estes resíduos, persistindo a confiança na capacidade de depuração do meio ambiente, aceitando lançamentos com padrões considerados toleráveis (BAIRD, 2002).

Vinculamos o desenvolvimento da Química Analítica, da Química Analítica Ambiental e da QAmb à essa época de preocupações com os poluentes. Esta visão do controle da poluição certamente apareceu com os estudos dessas áreas do conhecimento, mas que só foi superada com o avanço dos estudos que indicaram mecanismos de reações em ambientes muito mais complexos do que as condições de reações presentes na prática laboratorial dos químicos.

Thornton (2000) compreende a confiança no controle dos poluentes como o estabelecimento do Paradigma de Risco, em que a interpretação de dados obtidos de estudos individuais de substâncias não leva em consideração a interação da substância poluente com a complexidade do ambiente onde estão sendo destinadas, nem mesmo as inúmeras outras substâncias que estão sendo lançadas concomitantemente em um mesmo compartimento ambiental (ar, água e solo). O pesquisador considera o monitoramento e o controle de substâncias uma aposta perniciososa, tendo em vista os próprios resultados destas ações que não impediram a poluição global.



A conclusão de que o controle e o monitoramento não são suficientes para evitar os danos causados por contaminantes ambientais provenientes da produção ou aplicação de produtos químicos também não é mais novidade e, como vimos, a segurança química é foco de discussão global. O próprio setor químico articula-se para colocar a perspectiva da prevenção em circulação.

A reformulação de processos e produtos com o objetivo de impedir a geração de produtos e resíduos perigosos é o foco da perspectiva de prevenção, superando o controle e o monitoramento das substâncias. Esta maneira de lidar com as questões ambientais é própria da QV, e compreendemos que venha complementar a proposta anterior (prevenir no futuro, monitorar os existentes).

Thornton (2001) sugere a substituição do Paradigma de Risco pelo Paradigma Ecológico, tendo um ponto de vista que consideramos adequado mas que pode ser percebida como uma postura radical, mesmo por aqueles que defendem o princípio da prevenção. Thornton (2001) considera que o princípio da prevenção não apresenta claramente os procedimentos que devem ser adotados, diferente do Paradigma Ecológico, que defende o princípio de zero de descargas residuais, aliado à completa eliminação de produtos que sejam considerados perigosos ou que não possuam provas suficientes que sejam seguros, adotando sempre a tecnologia mais “limpa” disponível em todos os casos, compactuando com uma nova política ambiental.

Parcos são os posicionamentos que levam em consideração os limites físico-químicos explicados pelas Leis da Termodinâmica, menor ainda é a divulgação desta interpretação entre os meios de comunicação; entre o grande público, os estudos que envolvem fenômenos complexos ou de probabilidade são tão escassos quanto.

Ressaltando tais compreensões e as possibilidades para serem exploradas entre os químicos, passamos à caracterização do cenário escolar e da abordagem da Química na formação de professores e no Ensino Médio, buscando parâmetros que nos auxiliem na pesquisa de compreensões de professores de Química do Ensino Médio sobre SAmb.



## 4 O DESAFIO DA ABORDAGEM AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA

O presente capítulo tem por objetivo demonstrar como consideramos a relação do professor com a sua formação e com a sua atividade docente, norteando as relações entre três elementos da realidade do professor que denominamos como Vida Acadêmica, Vida Escolar e Vida Extracurricular, apreendendo tais relações a partir da epistemologia de Ludwik Fleck. De maneira geral, expomos questões relativas à formação docente e sobre os obstáculos a serem enfrentados para que a abordagem do tema ambiental seja mais relevante no Ensino de Química. Por fim, apresentamos dados coletados sobre o Ensino Médio de Florianópolis/SC, que nos auxiliam na composição do contexto da Vida Escolar.

### 4.1 A FORMAÇÃO E A ATUAÇÃO DOCENTE

O entendimento da relação entre a formação e a atuação docente neste trabalho depende do pressuposto teórico que assumimos pautado na epistemologia de Ludwik Fleck, em que **a formação do sujeito em determinada tradição, ou maneira de pensar/agir, irá “formatá-lo” para que passe, por exemplo, a diagnosticar, analisar e resolver problemas de maneira coerente com determinada teoria/prática de especialistas de uma área específica que representam o seu saber hegemônico** (FLECK, 2010). Segundo Fleck (2010), os especialistas, ou o “círculo esotérico”, constituem um coletivo de pensamento em que os conhecimentos novos são produzidos, e que, neste trabalho, designa os especialistas da área de conhecimento da Química, ou como ilustramos na figura 1 como “Professores Formadores”<sup>15</sup> (ROLOFF, 2011, p. 25), impedindo a confusão dos especialistas, também docentes, responsáveis pela formação dos professores de atuação em nível básico.

Os professores de Química do Ensino Médio formados, então, nessa área do conhecimento são também parte de um “coletivo de pensamento”, tendo em vista que foram formados em meio aos químicos. Isso significa que existe uma tradição dominante na maneira de formar os químicos e professores de química, mesmo que não

---

<sup>15</sup> “Optamos, em nosso trabalho, por utilizar a expressão ‘professor formador’, quando nos referirmos exclusivamente aos professores entrevistados que atuam nos cursos de Licenciatura analisados” (ROLOFF, 2011, p. 25). Em nossa pesquisa, “professor formador” serão todos os professores que atuam nos cursos de licenciatura.

ignoremos as modificações que ocorrem nas instituições de ensino superior, as mudanças recentes realizadas na estrutura curricular dos cursos de licenciaturas e as próprias diferenças culturais de cada universidade. Assim, entendemos que esses professores como integrantes de um “círculo exotérico” em relação ao primeiro ou, ainda, como um coletivo de pensamento de leigos formados (FLECK, 2010), já que possuem o conhecimento da área, mas não irão produzir conhecimentos novos nesta. São estes os sujeitos da nossa pesquisa e damos enfoque na sua atuação docente, representados na figura 1 como “Docentes”.

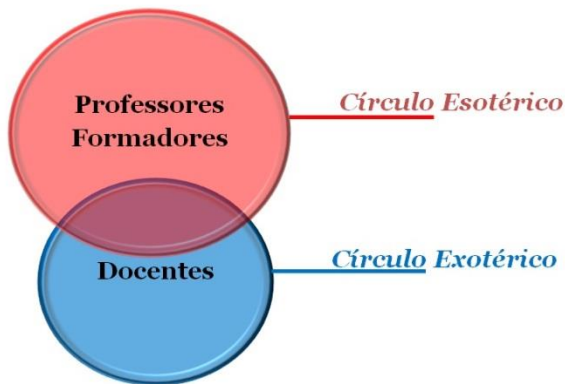


Figura 1 – Representação da relação entre as dimensões dos professores formadores e dos docentes.

Fonte: Elaborada pela autora.

\*As cores e os tamanhos dos círculos são meramente ilustrativos

A formação de um “círculo exotérico” com base em um “círculo esotérico” é viabilizada a partir de uma “circulação de ideias” entre os dois coletivos de pensamento distintos (“circulação intercoletiva de ideias”), sendo os professores iniciados envolvidos pelo “estilo de pensamento” proeminente em um conhecimento hegemônico entre especialistas (FLECK, 2010). Simplificadamente, essa circulação de ideias é representada na figura 1 pela interface entre o círculo pertencente à dimensão dos “Professores Formadores” e o círculo denominado “Docentes”.

Segundo Delizoicov (2007), o professor tem como função primordial a mediação dos conhecimentos produzidos pelo coletivo de especialistas de determinada área aos estudantes da Educação Básica, tarefa que pode ser compreendida como mais um espaço para a promoção da “circulação intercoletiva de ideias” em busca do compartilhamento de conhecimentos. Portanto, os professores formados são iniciados em suas áreas de conhecimento profissional e, ao praticarem a docência, irão buscar “estender o estilo de pensamento” referente aos conhecimentos científicos a outro nível de escolarização.

A pesquisa em questão foi realizada no âmbito da Educação Básica, especificamente no Ensino Médio, em que a Química passa a ser ensinada separadamente da Física e da Biologia (ciências), representada na figura 2 por meio do círculo amarelo. Enfatiza-se que, no contexto escolar, existem especificidades da realidade relativas ao público que a escola atende, ao projeto político pedagógico da escola e à relação que a escola mantém, para além dos estudantes, com toda a comunidade que a cerca, fazendo de cada escola um espaço diversificado onde docentes deveriam ser atuantes em suas comunidades escolares, sendo esta situação o círculo esotérico em relação à Educação Básica.

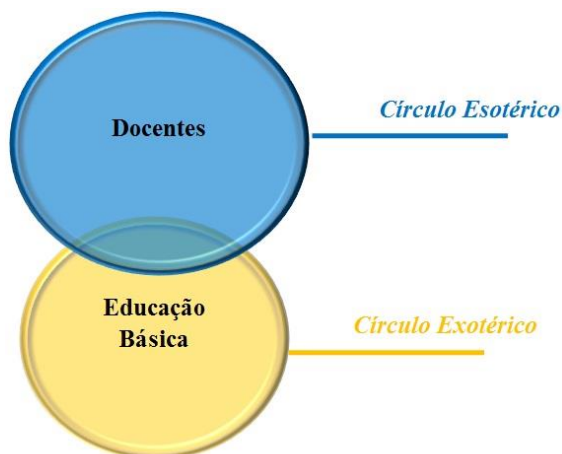


Figura 2 – Representação da relação entre o professor e a dimensão da Educação Básica.

Fonte: Elaborada pela autora.

\*As cores e os tamanhos dos círculos são meramente ilustrativos

É possível dizer que estudantes também pertencem ao círculo da Educação Básica pois, ao fazerem contato com os conhecimentos científicos sistematizados da Química, constituem um novo círculo exotérico em relação ao coletivo de pensamento nomeado como “IES”. Portanto, são considerados “leigos” em um segundo nível de circulação de ideias com relação ao conhecimento químico. É, também, considerado um círculo exotérico em relação ao círculo pertencente aos Docentes, como representamos na figura 2. Caso essa “coerção” para o interior do estilo de pensamento dos químicos não seja viabilizada, provavelmente o resultado será a incompreensão dos conhecimentos químicos em seus múltiplos significados.

É no meio diversificado da Educação Básica que o professor, sujeito da pesquisa, exerce sua atuação profissional e, por isso, consideramos as relações que estes mantem com esta realidade representadas pela figura 2, na interface entre os círculos denominados “Docentes” e “Educação Básica”.

Esclarecemos que o coletivo dos Docentes constitui o edifício de saber deste grupo formado por professores atuantes na disciplina Química. Saberes que são provenientes tanto da formação inicial quanto da prática docente exercida na escola, local onde, respectivamente, produzem conhecimento novo e atuam pró-ativamente com os conhecimentos já produzidos, em suas comunidades. Porém, não inserimos completamente o círculo dos Docentes no círculo dos Professores Formadores e nem no círculo da Educação Básica, pois o que eles devem manter é a constante circulação de ideias entre si (FLECK, 2010). Também ressaltamos que o edifício de saber do coletivo dos Docentes é também caracterizado com o envolvimento com outros coletivos, que se relacionam com as atividades de sua vida cotidiana.

Tomando como base a perspectiva sobre sujeitos, na interpretação de Fleck (2010), o indivíduo será constituído como sujeito por diferentes interações provenientes de “[...] pensamentos que circulam de indivíduo a indivíduo, sempre com alguma modificação [...]” que “[...] nada mais é do que um pensamento coletivo, um pensamento que não pertence a nenhum indivíduo” (FLECK, 2010, p. 85), “[...] sendo um sujeito coletivo que compartilha maneiras de pensar, práticas, tradições que pertence[m] a vários coletivos de pensamento” (FLECK, 2010, p.88). Neste sentido, os professores, como indivíduos, são integrantes, comumente de maneira inconsciente, de distintos coletivos de pensamento que influenciam com certo peso em suas

atividades/práticas escolares e que reforça a justificativa de não julgá-los como incapazes ou ignorantes.

Os coletivos de pensamento pertencentes à vida de um docente, quanto mais coesos, mais coercitivos e mais fortemente se manifestarão sobre o modo de agir dos professores (FLECK, 2010). Portanto, o condicionamento histórico-social se faz presente; o professor contemporâneo não é como o sujeito histórico-social do início do século XX, seu momento no mundo é outro, sua interação no mundo e com o mundo é outra, mesmo que heranças históricas façam parte do processo de escolarização (DELIZOICOV, 2007).

A perspectiva de que um curso de licenciatura, no qual foi iniciada a formação do professor, tem forte influência na sua atuação e, da mesma maneira, em suas concepções, substancia nossa investigação. Delizoicov, Ferrari e Leite (2001) afirmam que esses professores, quando em formação, passaram por um período significativo da vida acadêmica convivendo em um “coletivo dos cientistas” que tende a ter certa estabilidade devido ao rigor da tradição da área especializada. Fleck (2010, p. 154) sugere o “coletivo dos cientistas” como “[...] grupos socialmente organizados [...]” e que “[...] existe[m] por um tempo suficientemente longo”. Assim, é justamente o que acontece entre o coletivo de especialistas químicos que atuam como formadores de hábitos de pensamento em Química e que são também responsáveis por formar os “iniciados”, futuros professores de Química.

#### **4.1.1 Elementos formadores da concepção de professores**

Assume-se que as concepções diversas de indivíduos sejam formadas por meio da circulação de ideias entre distintos coletivos de pensamento. Com isso, supomos que as concepções de docentes da disciplina Química sejam fortemente influenciadas no contexto de sua formação profissional, entretanto, não desconsideramos outros possíveis elementos que, além da trajetória acadêmica e formativa, irão determinar a maneira de pensar dos indivíduos.

Definimos três unidades que podem indicar, sinteticamente, como se formam as concepções dos professores sob a perspectiva ambiental, sendo eles: Vida Acadêmica, Vida Escolar e Vida Extracurricular, localizados representativamente na figura 3.

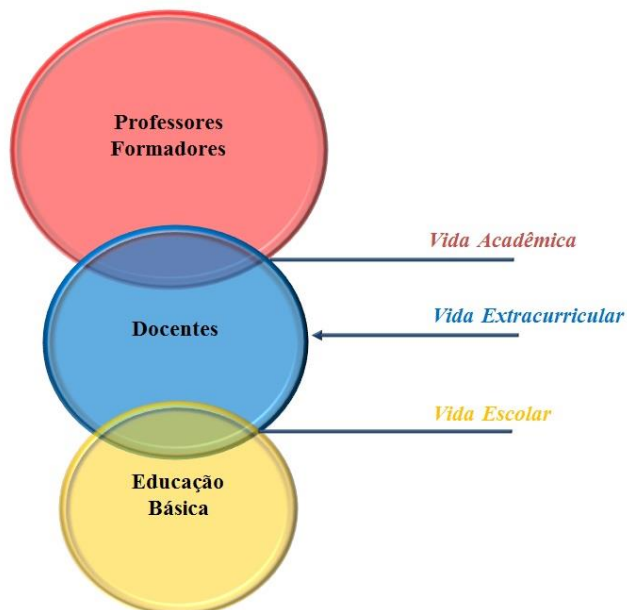


Figura 3 – Localização representativa dos elementos de formação de concepções.

Fonte: Elaborada pela autora.

\*As cores e os tamanhos dos círculos são meramente ilustrativos.

A seguir, caracterizamos as três unidades de formação de concepções.

- Unidade 1: Vida Acadêmica

A influência da Vida Acadêmica é recorrente nos resultados de pesquisas que analisam concepções de professores e estudantes, permitindo-nos assumi-la como interferente nas atividades profissionais. Tal indicação esteve muito presente entre as pesquisas que discutiram o Ensino de Ciências e a abordagem de assuntos ambientais. Leite (2009), por exemplo, afirma que as representações sobre meio ambiente podem ser o resultado da formação inicial; o autor (2009), assim como Marques et al. (2007), sugere que as dificuldades na abordagem de assuntos ambientais relacionadas à prática docente podem, também, ser consequências da formação inicial. Gouveia, Oliveira e Quadros (2009) comentam a dificuldade de docentes quanto a abordagem de assuntos



relacionados ao meio ambiente e propõem que os problemas ambientais coetâneos à formação inicial dos professores não sejam também coetâneos a sua prática docente.

Entendemos que a vida acadêmica de um indivíduo tem importância sobre suas concepções e nos fundamentamos na ideia de que a tradição de uma área especializada é estável e, por isso, muito coercitiva (DELIZOICOV; FERRARI; LEITE, 2001). Encaramos que seja existente uma tradição acadêmica ou, talvez, um ou mais estilos de pensamento (que retratam visões epistemológicas), que orientam a prática de um coletivo de especialistas químicos e que influenciam na formação dos licenciandos, inclusive no estímulo para que abordem ou não, e na maneira como são abordadas as questões ambientais em sala de aula.

- Unidade 2: Vida Escolar

A influência da Vida Escolar pode ser percebida por meio dos diferentes componentes que constituem a prática escolar, também presentes nas discussões de resultados nas pesquisas de Leite (2009) e de Gouveia, Oliveira e Quadros (2009), que interferem no fazer do professor, como o conteúdo programático da disciplina (obrigação com a disciplina e com o vestibular), o projeto político pedagógico da escola (obrigação com a escola), os livros didáticos (LD) (objeto da prática escolar tomado como direcionador de aulas ou como um currículo mínimo) e por aspectos como o tempo disponível para a disciplina.

Os baixos salários pagos aos professores e a falta de estrutura escolar (ausência de laboratórios de ensino e equipamentos) são também constituintes das dificuldades ou são obstáculos à ocorrência de mudanças na abordagem dos assuntos ambientais, influenciando a maneira de ensinar do professor (MARQUES et al., 2007).

- Unidade 3: Vida Extracurricular

As compreensões que as pessoas têm das coisas e do mundo, segundo Santana e Valentin (2010, p. 389) são “[...] um processo decorrente de uma atividade de construção mental do real”, como “[...] estruturas mentais (conscientes ou inconscientes) compostas por crenças, conceitos, significados, regras, imagens mentais e preferências”, ou valores e motivações. São “[...] formas de ver o mundo, de pensar e de agir, que possuem um papel determinante na

orientação do pensamento e da ação [...]” e que podem não estar relacionadas ao conhecimento científico ou ao âmbito escolar, isto é, nesta dimensão, denominada influência da Vida Extracurricular.

Falcão e Roquette (2007) identificam, em sua pesquisa, a influência da opção religiosa na compreensão de estudantes sobre a natureza e o meio ambiente. Já Gouveia, Oliveira e Quadros (2009) citam a influência da mídia não especializada. É esta unidade, principalmente, que propicia as diferenças entre os indivíduos formados academicamente em um mesmo coletivo de pensamento e que atuam na mesma área profissional, como os professores da disciplina Química. São as suas histórias de vida, os lugares onde nasceram e cresceram, as pessoas com quem convivem e compartilham experiências e valores que irão formar as distinções no pensar/agir entre os indivíduos.

Salientamos a compreensão da epistemologia de Fleck (2010): “Ao mesmo tempo em que ele valoriza a individualidade, ele a coloca sob a dimensão do ‘como é que a produção individual interage com o coletivo’. Em suma, é o coletivo que baliza a produção individual.” (DELIZOICOV, 2007, p. 89).

Consideramos a Vida Extracurricular como situação importante da vida do indivíduo, porém, nesta pesquisa, buscamos as possíveis características de um coletivo formado por professores da rede estadual de Educação Básica de Florianópolis/SC e não nos preocupamos com o que se limita a um indivíduo em especial, sendo suficiente conceber a existência deste elemento de formação como uma unidade de interferência.

Diferentemente, concebemos a Vida Acadêmica e a Vida Escolar como duas dimensões imprescindíveis para os resultados sobre a compreensão dos professores sobre SAmb. A primeira, temos como hipótese ser a mais relevante na formação das compreensões buscadas por considerar o ambiente acadêmico mantenedor de uma maneira de pensar suficientemente coesa sobre o meio ambiente e as inter-relações mantidas com os seres humanos. Supomos ainda que exista, no meio acadêmico, a influência da QV e, principalmente, da QAmb (com mais tempo histórico), mesmo que não exista de maneira efetiva a institucionalização de tais perspectivas na formação inicial (ZUIN, 2011). A segunda, consideramos como “morada” de nossa pesquisa, já que todos os dados coletados recaem sobre a atividade docente, buscando compreender em que medida a maneira de pensar sobre o assunto meio ambiente e sobre a SAmb do professor se aproxima de sua maneira de agir.

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DA ABORDAGEM AMBIENTAL NO ENSINO SUPERIOR

A abordagem ambiental no Ensino Superior nos cursos de Química, mesmo quando há a consciência da necessidade da institucionalização da dimensão ambiental na formação inicial, é na maioria das vezes relacionada e restrita às disciplinas que possuem alguma razão para abordar o assunto, tendo relação frequente com a QAmb ou com a QV (ZUIN, 2011).

Por meio da pesquisa de Roloff (2011), é possível ilustrar esta realidade em nove instituições públicas distribuídas no sul e no sudeste do Brasil. A pesquisadora selecionou 321 disciplinas que possuíam adjetivos ou termos relacionados ao meio ambiente presentes nos currículos dos cursos de Licenciatura em Química, entretanto, ao se debruçar sobre a leitura destes, manteve sob análise 17% das disciplinas, indicando, segundo a autora, a possibilidade de despreparo ou falta de interesse na abordagem da Química relacionada ao meio ambiente.

Roloff (2011), em entrevista com oito professores das disciplinas selecionadas, se ateve a identificar as suas concepções sobre meio ambiente, das quais considerou, entre cinco, a visão fragmentada do meio ambiente, indicando a possibilidade de consequências formativas negativas e que pode, por consequência, comprometer a abordagem ambiental dos futuros professores.

Atentamos a esta suposição:

Com o ambiente sendo percebido, abordado e tratado dessa maneira em aulas de Química, os efeitos do processo educativo podem resultar em mudanças comportamentais e atitudinais, que também são importantes, porém são insuficientes ao melhor entendimento e enfrentamento, seja das questões relacionadas à Química na geração desses problemas, seja nas soluções que esta pode fornecer. Portanto, tais resultados poderiam ser insuficientes na formação de um profissional capaz de compreender e atuar (incluindo ensinar sobre) de forma preventiva à geração dos problemas ambientais derivados dessa ciência e suas atividades. (ROLOFF, 2011, p. 171)

Levando em conta as pesquisas de Zuin (2011) e Roloff (2011) e a hipótese lançada anteriormente, que tem a IES como maior interferente no pensamento e na prática docente, já podemos imaginar que os resultados da pesquisa, se dependerem realmente destes indicadores, são provenientes de disciplinas já cursadas pelos professores, supostamente correlatas da QAmb e da QV e com ênfase na mudança de atitude e comportamento que, como sinaliza Roloff (2011), não é suficiente na formação superior, assim insuficiente na Educação Básica.

#### 4.3 A ABORDAGEM DO ASSUNTO MEIO AMBIENTE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O descontentamento com a qualidade das aulas de ciências, em particular as aulas da disciplina Química, está presente no momento atual da educação brasileira, registrada com certa frequência em pesquisas científicas da área de Educação (COSTA; MOREIRA; VIEIRA-SOUZA, 2011). A preocupação com os problemas no ensino desencadeou a busca por metodologias que angariassem esforços para tornar mais significativo e palpável o conhecimento da Química, que exige maior entendimento do abstrato, do que não se pode ver aos olhos nus ou com qualquer outro sentido natural humano que permita a percepção imediata. Expressão desta preocupação pode ser verificada a partir da pesquisa realizada por Costa, Moreira e Vieira-Souza (2011), indicando que a inserção de temas<sup>16</sup> ambientais nas aulas da disciplina Química viabiliza uma proposta com maior facilidade de contextualização e interdisciplinaridade, apoiando e justificando as indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

Contudo, citando Freire (2011, p. 42) “[...] toda mudança é transição, mas não vice-versa [...]”, o que significa que as complementações nos PCNEM<sup>17</sup> e a existência de leis<sup>18</sup> que defendam e

---

<sup>16</sup>Observa-se que o sentido da palavra “tema” não se remete aos *temas geradores* propostos por Paulo Freire, seguindo somente o sentido dicionarizado da palavra. Quando se tratar de *temas geradores*, a palavra assim composta será grafada e bem salientada.

<sup>17</sup>Referimo-nos à: PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. OCN: Orientações curriculares para o ensino médio; vol.2, Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias/Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

assegurem uma educação inovadora que inclua eixos transversais, como o meio ambiente/Educação Ambiental, levando em consideração o contexto do ambiente, das condições sociais, de acesso aos serviços e da qualidade de vida, não têm sido suficientes para superar a descontextualização, a compartimentalização e o acúmulo de informações cometidos ao abordar os conteúdos químicos, restando ao estudante o discurso (sermão) do professor (BRASIL, 2000).

A inserção de assuntos voltados à abordagem do meio ambiente no ensino de Química é tendência em artigos que relatam e sugerem práticas educacionais. Como tratam Lantini e Sousa (2011) na revista *Química Nova na Escola*, é crescente e expressiva a abordagem de temas ambientais, elevando-se o número de artigos com este enfoque de um para dez, entre os períodos de 1997 a 1999 e de 2009 a 2010, respectivamente. São dados não apenas quantitativos, mas também qualitativos. Segundo as mesmas autoras, no decorrer dos anos, foi possível perceber o início da superação da visão preservacionista ligada aos movimentos ambientalistas conservadores com origem entre as décadas de 1960 e 1970. Visão que, segundo Carvalho (2008, p. 38), reduz o meio ambiente a uma lógica física e biológica, excluindo as relações humanas, socioculturais e históricas do entendimento de meio ambiente, e por isso entendida como menos adequada (ao ensino) que outra mais abrangente e que, para além das questões físicas e biológicas, assume as “humanidades”, aspectos socioambientais.

Ainda que existam avanços na abordagem de assuntos ambientais no Ensino de Química, Lantini e Sousa (2011) consideram que há predomínio da crença no emprego de técnicas e de novos conhecimentos científicos para a resolução de problemas ambientais. Perspectiva que ignora a abrangência dos problemas ambientais e a dificuldade de solucioná-los, simplificando-os demasiadamente. Ademais, essas autoras encontraram, nos artigos, a forte preocupação com os conceitos químicos ou experimentos, pouco ou nada relacionados com a abordagem ambiental proposta, servindo o tema ambiental como motivador do ensino, mas não como meio de compreender melhor a realidade. O que corrobora a interpretação de Costa, Moreira e Vieira-Souza (2011) sobre os objetivos das aulas que abordam o meio ambiente

---

<sup>18</sup>Referimo-nos à: Lei nº9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, alterada segundo a Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil e autoriza a criação de sistemas de informação e monitoramento de desastres. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

somente para procura de diminuir a abstração do conhecimento químico por meio da ilustração e exemplificação de acontecimentos.

Entendemos que a melhoria na estratégia de ensino se daria pela compreensão da educação como a transformação de valores por meio da compreensão e da reflexão sobre o mundo do qual fazemos parte e que ajudamos a construir. Isso implica no entendimento de nossa realidade, das transgressões históricas de nossa civilização, visando a procura de soluções e um futuro de superações constantes. Verificamos, nos trabalhos de Lantini e Sousa (2011) e de Costa, Moreira e Vieira-Souza (2011), que as tentativas em melhorar a qualidade do ensino têm se restringido à compreensão de conceitos químicos ilustrados por elementos do ambiente que pouco ou nada se relacionam de fato à realidade do educando, inibindo a consciência reflexiva (pensar sobre sua própria realidade) (FREIRE, 2011).

Estas constatações podem ser verificadas nas pesquisas de Gouveia, Oliveira e Quadros (2009, p. 1), que apontam que “[...] a percepção de estudantes do final do Ensino Médio sobre poluição e alguns impactos ambientais a ela relacionados [...]” não supera o que a mídia não especializada divulga: “[...] a cultura do dia a dia prevalece nos estudantes em comparação com a cultura mais científica, desenvolvida nas escolas”. São declarações sérias que apontam para o despreparo do professor que realiza a abordagem do assunto escolhido somente ilustrando/exemplificando o conteúdo químico com situações do dia a dia, não alcançando o que consideramos no início do capítulo como função do professor, que é a mediação dos conhecimentos da área da Química aos estudantes (DELIZOICOV, 2007), prevalecendo “a cultura do dia a dia”.

Silva (2007) é enfático ao dizer que a educação não é a mera reprodução de discursos nem mesmo uma maneira de exemplificar ou motivar o estudante a demonstrar interesse pelas Ciências, mas, sim, uma forma de permitir que o educando reflita sobre sua realidade ou a realidade do outro, sendo solícito com as problemáticas socioambientais, resultantes de uma cultura na qual o ter (acúmulo de bens) se sobressai ao ser (caráter pessoal) e à vida.

Silva (2007, p. 18) se preocupou em identificar as diferentes maneiras de compreender a contextualização – maneiras que percebemos viabilizar a abordagem de assuntos distintos dos conteúdos disciplinares. Identificou, em sua pesquisa, três formas de classificar a contextualização, sendo a primeira como “[...] exemplificação, ou entendimento, ou informação do cotidiano [...]”, maneira que sugerimos

anteriormente como a mais comum na abordagem ambiental; a segunda como “[...] entendimento crítico de questões científicas e tecnológicas relevantes que afetam a sociedade [...] que permitam o desenvolvimento de atitudes e valores nos alunos” que, segundo o autor, se aproximam muito da proposta do ensino voltado à Ciência, Tecnologia e sociedade; e a última como “[...] perspectiva de intervenção na sociedade – [que] caracteriza-se pelo entendimento crítico dos aspectos sociais e culturais da ciência e tecnologia, inserção da prática social [...]” para desenvolver a compreensão das questões sociais relacionadas também à ciência e à tecnologia. Classificação que, segundo o autor, se apresenta mais próxima da teoria sobre educação de Paulo Freire.

#### 4.4 A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO ENSINO DE QUÍMICA

Ressaltamos que as discussões sobre a SAmb no ensino, ao menos em âmbito nacional, não são comuns. Se nos referirmos ao Ensino de Química, os trabalhos são ainda mais restritos. Selecionamos dois que, por meio de questionários, buscaram compreender a noção de SAmb de estudantes já na graduação, sendo um realizado no primeiro ano de distintos cursos (KAWAMURA; RAMOS, 2009) e outro com os estudantes de licenciatura em Biologia (GUIMARÃES; TOMAZELLO, 2004).

Segundo Kawamura e Ramos (2009), deveria ser perceptível a correlação entre a representação de meio ambiente e a sustentabilidade. Contudo, com os resultados da pesquisa, identificaram que as respostas dos pesquisados eram completamente independentes, o que para os autores pode significar pouca consciência dos estudantes sobre suas próprias representações. Para nós, a falta de conexão entre uma e outra compreensão podem ser indícios de que o meio ambiente não é naturalmente relacionado à sustentabilidade, como nós defendemos que deva ser.

Ainda segundo Kawamura e Ramos (2009), também ficou claro que a representação de meio ambiente pelos estudantes foi melhor formulada, sendo mais intrínseca ao indivíduo se comparada com a de sustentabilidade. Para nós, a falta de clareza sobre a representação de sustentabilidade pode evidenciar algo bem mais simples, como a ausência de discussões sobre a própria sustentabilidade entre os meios de comunicação, na escola e entre os próprios pesquisadores, tendo em vista o número reduzido de artigos científicos sobre o assunto; bem

diferente da concepção de meio ambiente, que vem sendo muito discutida desde 1992, ano que a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e para o Desenvolvimento aconteceu no Rio de Janeiro e que os problemas relacionados aos países não desenvolvidos ou em desenvolvimento ficaram mais evidentes (DOMINGUES, 2007).

As conclusões de Guimarães e Tomazello (2004) sobre a sustentabilidade envolvem a ampliação da proposta educacional voltada ao assunto, transcendendo os limites ecobiológicos fortemente presentes nos conteúdos tradicionais da biologia. Acreditamos que a discussão da SAmb é relativamente nova e seu conceito ainda está em construção, tornando a sua compreensão confusa.

Outro aspecto que nos chamou atenção em ambos os estudos foi o posicionamento dos autores em solicitar a busca de outro modelo econômico por não aceitarem como suficiente o desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias e a garantia de recursos naturais, tendo em vista a repercussão do modelo econômico capitalista na degradação ambiental e nas desigualdades sociais. Os artigos defendem ainda, em âmbito escolar (KAWAMURA; RAMOS, 2009) e universitário (GUIMARÃES; TOMAZELLO, 2004), o tratamento mais rigoroso das questões que envolvem a sustentabilidade, buscando a ampliação de significados e possibilidades do termo, abrangendo os aspectos socioculturais na perspectiva ambiental crítica.

Assumimos que os comentários realizados nos artigos citados se aproximam da perspectiva de SAmb que defendemos neste trabalho por também julgarmos insuficiente a substituição de tecnologias, enquanto as relações dos seres humanos permanecem restritas às condições de mercado. Aproximamo-nos também da perspectiva educacional que defendem as duas pesquisas, já que buscamos elevação do nível de consciência e a atuação na perspectiva da transformação das relações humanas no ambiente e das relações humanas com o ambiente, ponderando sobre o desenvolvimento humano junto ao ambiental.

Aperfeiçoando a nossa discussão no âmbito da educação, aproveitamos o momento para nos posicionarmos em relação ao papel da SAmb no Ensino de Química, tanto na formação básica como na superior e, para isso, baseando nossa concepção de educação segundo Freire (2011, 2012).

Ao estabelecer que o conceito de SAmb foi composto social e culturalmente, enfatizamos que sua compreensão se dá historicamente. À medida que avançamos no tempo, percebemos que o entendimento sobre o mundo que nos cerca e sobre as nossas relações com o mundo e



no mundo são melhores, mais completas e nos tornam mais humanos (FREIRE, 2011). Assim, com o desenvolvimento do conhecimento, é possível responder as inquietações de hoje; sobre o uso de substâncias químicas, sobre as mudanças climáticas, sobre as transformações do mundo natural e também social. Sim, pois estamos buscando a mudança das relações que mantemos com a economia, falamos do tratamento desta dependência determinante (histórica) que temos do crescimento econômico, das relações desiguais que permitimos que se perpetuem ano após ano, que parece cada vez mais acentuada (intensificação) ou mais transparente (lucidez).

A inserção da SAmb em sala de aula deverá possibilitar a ampliação das discussões sobre o meio ambiente, a sociedade e o desenvolvimento do conhecimento humano nas diferentes disciplinas (mesmo não concordando inteiramente com a estrutura disciplinar atual), superando as aulas baseadas em conteúdos sem significação aparente, transmitida cifrada aos estudantes. Favorece aos indivíduos a reflexão sobre a situação no mundo, estendendo as perspectivas aparentemente locais às dimensões globais dos problemas socioambientais. Não se trata de resolver os problemas por meio das disciplinas/disciplinas de Química, mas fazer pensar sobre os problemas a partir do conhecimento que estas proporcionam, ou ao menos fazê-los visíveis aos olhos de quem não os vê, pois só reconhecendo a existência dos problemas que os indivíduos problematizados se sentirão capazes de buscar soluções (FREIRE, 2011).

Abordar a complexidade de chegar à SAmb – válida somente para um período de tempo determinado, se é que um dia será possível alcançá-la, já que conhecemos as Leis da Termodinâmica – coloca à prova as propagandas das indústrias, as promessas do governo e as reuniões de líderes mundiais a respeito do meio ambiente. É possibilitar aos indivíduos o conhecimento de suas histórias e de seus contextos, garantindo a possibilidade de pleitearem por mudanças, resistindo ao pensamento hegemônico, construindo instâncias que viabilizem transformações.

A SAmb permite que a realidade, o mundo em que vivemos, exerça seu papel de mediador do conhecimento. “É preciso vê-lo [indivíduo], portanto, em sua interação com a realidade, que ele sente, percebe e sobre a qual exerce uma prática transformadora” (FREIRE, 2011, p. 102), pois o mundo, que é conhecido de várias formas, é o ponto em comum de indivíduos com histórias de vidas distintas, é o que possibilitará o diálogo entre o estudante e o professor.

Não acreditamos que seja tarefa para um ou outro professor, mas acreditamos no espaço escolar como ambiente politizado, assim como os professores,

[...] num sentido mais amplo, [...] devem ser vistos em termos de interesses políticos e ideológicos que estruturam a natureza do discurso, relações sociais em sala de aulas e valores que eles legitimam em sua atividade de ensino. Com esta perspectiva em mente, [...] os professores deveriam se tornar intelectuais transformadores se quiserem educar os estudantes para serem cidadãos ativos e críticos. (GIROUX, 1997, p. 161)

Também não confiamos toda a responsabilidade da educação sobre o professor e destacamos a necessidade da reelaboração dos currículos escolares, dos programas de Ensino de Ciências que considerem as características regionais e locais, além de fenômenos globais, e a preparação de material didático adequada à concepção de educação escolar, transposta de Paulo Freire. Longe de parecer uma transposição trivial, destacamos a necessidade de mudança na estrutura escolar, no envolvimento da comunidade escolar em um trabalho coletivo e na formação continuada dos professores, sendo o posicionamento do professor apenas um entre tantos outros aspectos.

#### 4.5 ALGUMAS INFORMAÇÕES SOBRE O ENSINO MÉDIO DE FLORIANÓPOLIS/SC: RECONHECENDO O CAMPO DE ESTUDO

Desejando o reconhecimento de uma realidade distinta da vivenciada pela pesquisadora<sup>19</sup>, realizamos uma pesquisa de caráter exploratório em algumas escolas de Florianópolis/SC com o objetivo de conhecer características relacionadas ao Ensino Médio, aos professores, à utilização do LD e à abordagem ou não de assuntos referentes ao meio ambiente para a disciplina Química nos anos 2011 e 2012 (anos da pesquisa), facilitando a construção dos instrumentos metodológicos

---

<sup>19</sup> A pesquisa foi realizada em Florianópolis/SC e a pesquisadora é natural de Curitiba/PR.

capazes de responder à questão de interesse sobre as compreensões de professores sobre SAmb.

A saber, em 2011, Florianópolis/SC possuía 26 escolas públicas estaduais com 41 professores da disciplina Química na rede, sendo 21 professores efetivos e 20 professores de ACT (Admissão em Caráter Temporário). Em contato com as escolas (em visita ou via telefone), verificamos que cinco dos professores estavam de licença, totalizando um número de 36 professores atuantes, ficando algumas escolas temporariamente sem professor. Considera-se que este cenário foi pouco modificado em 2012, ocorrendo somente a redistribuição das aulas entre os professores ACT e a consequente realocação devido ao retorno e aos novos afastamentos dos professores titulares das escolas<sup>20</sup>.

Nessa etapa exclusivamente exploratória, a pesquisa contou com 10 professores de seis escolas distintas, que, em visita às escolas, tinham a disponibilidade para destinar alguns instantes de seu expediente. Além destes, o coordenador de uma escola diferente das anteriores também respondeu questões referentes à disciplina Química e ao material didático utilizado. Esses professores não foram necessariamente os mesmos que participaram da pesquisa em si, não sendo válidas relações diretas entre os resultados da pesquisa exploratória e os dados levantados posteriormente.

A respeito dos livros de Química utilizados em 2011, foram selecionados em 2008, quando houve a primeira distribuição integral de livros de Química para o Ensino Médio. Em 2009, houve apenas reposição e complementação dos LD nas escolas; em 2012, a distribuição integral dos livros foi realizada segundo a última lista disponibilizada pelo Governo Federal, selecionados previamente pelos professores junto às escolas no ano antecedente, 2011 (BRASIL, 2011).

Os professores foram unânimes na confirmação da abordagem do assunto meio ambiente em sala de aula, característica que nos tranquilizou no andamento da pesquisa, pois acreditamos que, se um professor não a realiza, dificilmente expressará aos estudantes alguma compreensão sobre SAmb.

A pesquisa exploratória demonstrou que o Ensino Médio de Química de Florianópolis/SC é dependente de um número significativo de professores ACT, o que torna estes também importantes na constituição da amostra da pesquisa. Outra característica que merece destaque é a formação inicial de alguns professores, os quais não são necessariamente licenciados ou bacharéis em Química. Curioso foi notar

---

<sup>20</sup>Dados concedidos pela Secretaria de Estado da Educação em 2011.

que os professores sem a formação comentada anteriormente buscaram a especialização no Ensino de Ciências por meio de cursos de pós-graduação, diferente de dois professores com formação específica e que optaram em se especializar em áreas distintas do ensino, mas ainda na Química, ficando o interesse sobre as possíveis interferências de tais situações para o ensino.

Com relação aos LD utilizados até o ano de 2011, destaca-se que o livro de maior aplicação foi o do Ricardo Feltre, intitulado “Química”, publicado pela Editora Moderna – livro reconhecido por alguns dos professores como bom por trazer muitos exercícios, porém sem vínculo com a realidade do estudante, o que pode justificar a pouca utilização do LD no momento de constituição das aulas voltadas ao meio ambiente.

Nota-se que os livros selecionados para o ano de 2012 são distintos. Segundo o Guia Nacional de Livros Didáticos, do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio em 2012, os livros foram escolhidos com base em critérios que incluem a abordagem da Química no cotidiano por meio de uma linguagem interdisciplinar, apresentando a dimensão ambiental dos problemas enfrentados sem sustentar uma visão maniqueísta da ciência, desmistificando crenças com relação ao desenvolvimento científico e químico (BRASIL, 2012). Existe a possibilidade de que os LD selecionados para o ano de 2012 se façam mais presentes no preparo das aulas com abordagens de temas como o Meio Ambiente, valendo a pena despender alguma atenção a estes. O quadro 2 reúne as principais características já discutidas da pesquisa exploratória.

Professor	Formação		Livro Didático			Abordagem do Assunto Meio Ambiente
	Graduação	Pós-Graduação	2011	2012	Uso em aulas com foco ambiental	
P <sub>1</sub>	Lic. e Bel. Química; Farmácia	Especialista em drogas injetáveis	A	D	Confirmado	Confirmada
P <sub>2</sub>	Lic. Química	-	B	F	Não confirmado	Confirmada
P <sub>3</sub>	Lic. e Bel. Química	Mestrando em Química	B	F	Não confirmado	Confirmada
P <sub>4</sub>	Lic. e Bel. Química	Especialista em Gestão e Metodologia do Ensino	C	D	Não confirmado	Confirmada
P <sub>5</sub>	Lic. Química	-	C	D	Não confirmado	Confirmada
P <sub>6</sub>	Lic. Química	-	-	-	Não confirmado	Confirmada
P <sub>7</sub>	Eng. Alimentos*	Especialização em Ensino de Ciências	B	E	Não confirmado	Confirmada
P <sub>8</sub>	Eng. Alimentos*	Especialização em Ensino de Ciências	B	E	Não confirmado	Confirmada
P <sub>6</sub>	Lic. Química	Mestre em Físico-Química	B	E	Não confirmado	Confirmada
P <sub>10</sub>	**	-	C	D	Não confirmado	Confirmada
Coordenador	***	-	Apostila	E	Não pertinente	Não pertinente

Quadro 2 – Resultados do questionário exploratório.

Fonte: Elaborado pela autora.

\*Os professores com formação em Engenharia de Alimentos completaram sua formação com o curso de licenciatura curta fornecido aos professores não licenciados atuantes em escolas públicas. \*\*O Professor não formado possui curso superior interrompido em Engenharia Química, atualmente cursando Letras. \*\*\* O coordenador citado somente informou o material didático utilizado pela escola e sugeriu contato com o professor após o concurso público para contratação do novo professor.

**O professor P6, em destaque no quadro, foi o único a participar da etapa exploratória e da amostra definitiva.**

**Legenda dos livros didáticos 2011. A) SANTOS, Wildson, L. P.; MÓL, Gerson. S (Coord.). CASTRO, Eliane. N. F.; DIB, Siland. M. F.; FARIAS, Sálvia. B.; MATSUNANGA, Roseli. T.; SANTOS, Sandra. M. O. ; SILVA, Gentil. S. (Colab.) **Química e Sociedade**. Editora Nova Geração; **B) FELTRE, Ricardo. Química**. Editora Moderna; **C) ABRECHT, Carlos. H.; BIANCHI, José. C. A.; MAIA, Daltamir. J. Universo da Química – Ensino Médio. Volume Único. Editora FTD. Legenda dos livros didáticos 2012. D) REIS, Martha. **Química – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia**. Editora FTD, 2011; **E) LISBOA, Júlio. C. F.; Ser Protagonista**. Química. Edições SM, 2011; **F) CANTO, Eduardo. L; PERUZZO, Francisco. M. Química na Abordagem do Cotidiano**. Editora Moderna. 2011.****

## 5 ENCAMINHAMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

Tendo como objetivo responder a pergunta norteadora desta pesquisa, “Que compreensões o professor de Química do Ensino Médio possui sobre Sustentabilidade Ambiental na abordagem de assuntos ambientais?”, realizamos uma composição metodológica para a coleta e a análise de dados a fim de possibilitar a discussão das compreensões de professores sobre SAmb na abordagem de assuntos ambientais em aulas da disciplina da Química do Ensino Médio.

Em sequência, apresentamos: *i*) a composição da amostra de professores de Química do Ensino Médio e os procedimentos utilizados para a coleta de dados; *ii*) os procedimentos adotados para a análise dos dados levantados.

### 5.1 A FORMAÇÃO DA AMOSTRA: CRITÉRIOS E CONSTITUIÇÃO

Os critérios para a seleção da amostra foram construídos com base nos resultados da pesquisa exploratória, diante da qual entendemos que tanto os professores contratados quanto os temporários podem expor compreensões sobre SAmb, não sendo relevante, portanto, o tipo de contrato profissional que têm com as escolas/redes de ensino.

Restringimos a pesquisa às escolas públicas estaduais localizadas em Florianópolis/SC, tendo em vista que a organização das escolas particulares pode retratar um grupo distinto, considerando, por exemplo, o uso de materiais didáticos e tecnológicos diferenciados.

Constatada a heterogeneidade do grupo de professores participantes da primeira fase da pesquisa, composto por bacharéis e engenheiros, além de licenciandos e licenciados em Química, estabelecemos como um dos critérios de composição da amostra a formação inicial do professor em licenciatura em Química, concluída ou não. O foco na formação de um grupo específico de professores possibilitou, além de uma diminuição no quantitativo de dados, que analisássemos com mais atenção e qualidade os dados obtidos.

Devido a esses critérios, dos 10 professores que responderam a pesquisa inicial (exploratória), retratada no terceiro capítulo, quatro não possuíam a formação correspondente, um transferiu-se para escola particular e outro mudou o município em que atuava, restando, portanto, quatro professores da amostra inicial. Dentre os quatro, o primeiro preferiu não participar da pesquisa, o segundo desistiu da carreira

docente em escolas de Ensino Médio, com o terceiro não foi possível reestabelecer contato de 2011 para 2012, restando apenas um professor atuante, que atendeu aos critérios selecionados e aceitou participar da pesquisa.

Com o intuito de abranger 15% dos professores atuantes, convidamos outros professores a participarem da pesquisa. Assim, outros cinco compuseram o estudo, totalizando seis professores para a amostra definitiva, retratados pelo quadro 3.



Professor	Formação		Livro Didático		Abordagem do Assunto Meio Ambiente
	Graduação	Pós-Graduação	2012	Uso em aulas com foco ambiental	
P <sub>1</sub>	Lic. Química Incompleta	-	F	Não confirmado	Confirmada
P <sub>2</sub>	Lic. Química	Mestrado em Educação Científica e Tecnológica	E	Confirmado	Confirmada
P <sub>3</sub>	Lic. e Bel. Química	Especialização	D	Confirmado	Confirmada
P <sub>4</sub>	Lic. Química Incompleta	-	F	Não confirmado	Confirmada
P <sub>5</sub>	Lic. Química	Especialização*	F	Não confirmado	Confirmada
P <sub>6</sub>	Lic. Química	Especialização*	F	Não confirmado	Confirmada

Quadro 3 – Informações sobre a amostra definitiva.

FONTE: Elaborado pela autora.

\*Especialização na área de Educação.

**O professor P<sub>6</sub>, em destaque no quadro, foi o único a participar da etapa exploratória e da amostra definitiva.**

**Legenda dos livros didáticos 2012. D)** REIS, Martha. **Química** – Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia. Editora FTD, 2011; **E)** LISBOA, Júlio. C. F.; **Ser Protagonista**. Química. Edições SM, 2011; **F)** CANTO, Eduardo. L; PERUZZO, Francisco. M. **Química na Abordagem do Cotidiano**. Editora Moderna. 2011.

## 5.2 A CONSTRUÇÃO DE UM ESTUDO DE CASO

Realizamos a pesquisa com o intuito de investigar que compreensões o professor da disciplina Química possui sobre SAmb, buscando ferramentas que nos possibilitassem acompanhar a prática docente, bem como fazer emergir a maneira de pensar dos professores pesquisados, conciliando pensamento e ação.

O estudo de caso atendeu de melhor maneira aos propósitos de nossa pesquisa, pois buscamos entender uma situação em especial, tanto a compreensão do professor sobre SAmb quando este está atuando no Ensino de Química, no Ensino Médio, quanto por se situarem em apenas um município/rede. Utilizamos um conjunto de instrumentos metodológicos (análise documental, observação de aula e entrevista com os professores) para obtenção dos dados para análise, o que também remetem ao estudo de caso (ANDRÉ, LÜDKE, 1986). Contudo, fizemos da entrevista a nossa fonte de dados principal devido à limitação de tempo do mestrado, ficando as outras fontes de dados condicionadas à primeira, ou seja, foram utilizadas quando confirmada a necessidade de buscar informações complementares ou indicativas de contradição em relação à entrevista.

A pesquisa ainda contou com a realização de três etapas que, de acordo com André e Lüdke (1986, p. 21), também caracterizam o estudo de caso: “[...] uma primeira aberta ou exploratória, a segunda mais sistemática em termos de coleta de dados e a terceira consistindo na análise e interpretação sistemática dos dados [...]”, não dispostas linearmente e sem demarcação rígida de limites entre as fases da pesquisa, buscando sempre a melhor maneira de organização/realização.

A primeira fase pode ser ilustrada pela pesquisa exploratória já apresentada, em que conhecemos as principais características do Ensino Médio em Florianópolis/SC, nos aproximando dos possíveis sujeitos participantes da pesquisa, possibilitando a realização das demais etapas. Os dados obtidos da observação, descrita posteriormente, também podem ser compreendidos como uma fase exploratória, pois possibilitaram o conhecimento da prática docente, preparando-nos melhor para a entrevista. Assim, a fase exploratória teve o papel de direcionar a escolha dos instrumentos necessários para a coleta de dados, além de contribuir para a antecipação de estratégias de enfrentamento de possíveis dificuldades relacionadas à estrutura do Sistema de Ensino do município estudado, como as greves de professores.

A segunda etapa refere-se à coleta de dados junto aos professores por meio da realização de um plano de aula, do acompanhamento das aulas que resultaram dos respectivos planos e da entrevista, e são descritos a seguir.

### • Plano de aula e referências citadas

A segunda fase da pesquisa teve início com a solicitação de um conjunto de aulas relacionadas à SAmb. Sugerimos um mínimo de 2 h/aula, contudo, um dos professores realizou somente uma 1 h/aula. Já no convite feito aos professores, sugerimos o assunto “Água” como intermediário do conteúdo químico proposto pelo próprio professor. A escolha de um assunto específico para a abordagem dos professores em sala de aula teve como objetivo reduzir as variáveis dos dados resultantes, facilitando a análise do material produzido por diferentes sujeitos sobre o assunto investigado. No entanto, um dos professores insistiu em abordar outro assunto (petróleo) e, garantindo a liberdade do professor, o mantivemos na pesquisa. Admitimos também que o assunto escolhido não se manifesta como um critério forte para a discussão da maneira que os professores compreendem a SAmb, apenas o unificamos buscando facilitar a análise.

Propomos também um modelo de plano de aula (quadro 4), entretanto, também não foram recusados os modelos elaborados pelos próprios professores por acreditarmos que não temos o direito de exigir do professor um modelo diferente daquele com o qual está familiarizado. Apenas um dos professores preferiu utilizar o plano proposto.

<b>Nome da Escola:</b>	
<b>Nome do Professor(a):</b>	<b>Ano \ Semestre:</b>
<b>Quantidade de h/aula:</b>	<b>Turma:</b>
<b>Objetivo:</b> Através da abordagem com ênfase no assunto “água”, propiciar a aprendizagem do conhecimento químico proposto, favorecendo o entendimento sobre a Sustentabilidade Ambiental, pelo estudante.	
<b>Programa conceitual (Químico) mínimo</b>	
<b>Descrever as Atividades a serem realizadas e seus objetivos didáticos:</b>	
<b>Eventuais Referências Bibliográficas Utilizadas nas aulas:</b>	

Quadro 4 – Plano de aula sugerido.

Fonte: Elaborado pela autora.

Supomos que, no momento de elaborar um plano de aula, o professor pense sobre o assunto a ser discutido, buscando fontes de

referência que correspondam a sua maneira de pensar sobre o assunto – no caso da presente pesquisa, o tema água – e, em especial, seu posicionamento com a questão da SAmb.

O plano de aula foi tratado como “documento técnico” (ANDRÉ, LÜDKE, 1986, p. 40), sendo, então, explorado por meio da análise documental como sendo os objetivos do professor na abordagem do assunto, suas inclinações práticas a partir de sua compreensão sobre SAmb e sua perspectiva de educação. A análise documental, segundo André e Lüdke (1896), é apropriada para uso quando se quer investigar um problema a partir da expressão dos indivíduos envolvidos na pesquisa, adequando, portanto, para o nosso caso.

As referências citadas neste documento receberam atenção por serem as fontes consultadas para construção de argumentos, logo, maneiras de pensar que podem ser compartilhadas.

#### • **Observação e materiais utilizados**

Concentramo-nos em investigar a prática docente em sala de aula, observando o desenvolvimento das aulas planejadas. Tendo a finalidade em discutir a maneira como o professor aborda assuntos referentes à SAmb, os comentários dos estudantes em aula foram realizados somente quando consideramos necessário à compreensão integral da interpretação dos dados. As aulas foram gravadas em áudio e notas sobre eventos curiosos, os conflitos diagnosticados e as observações pessoais foram registrados por escrito (ANDRÉ, LÜDKE, 1986), constituindo um material de base para a entrevista, além de, posteriormente, complementarem a análise sobre as compreensões de SAmb.

Além das referências citadas nos planos de aula, analisamos os materiais que foram utilizados pelos professores em sala de aula por acreditar que a escolha dos materiais expressa uma maneira de pensar.

#### • **Entrevista**

O roteiro da entrevista semiestruturada (APÊNDICE 1) (TRIVIÑOS, 1987) foi elaborado a partir de dados obtidos por meio dos planos de aula e dos registros de observação, dos quais emergiram elementos que resolvemos aprofundar, sendo correspondentes ao nosso foco de interesse na pesquisa. Este tipo de pesquisa permite que o entrevistado siga sua linha de raciocínio e relate suas experiências dentro do foco indicado pelo pesquisador. As entrevistas foram gravadas e posteriormente transcritas para análise.

<b>Professor</b>	<b>Plano de Ensino*</b>	<b>Plano de Aula Solicitado</b>	<b>Conversa Gravada**</b>	<b>Horas/aula assistidas ***</b>	<b>Registro de Observação</b>	<b>Referências Citadas no Plano de Aula</b>	<b>Material Utilizado pelo Professor</b>
P1	Disponível	Disponível	-	2	Disponível	Disponível	Texto; questionário.
P2	Disponível	Disponível	Disponível	9 (+3)	Disponível	Disponível	Prova; LD; vídeos; prova.
P3	Disponível	Disponível	Disponível	3 (-1)	Disponível	Disponível	LD; vídeos.
P4	-	Disponível	-	2 (-1)	Disponível	Disponível	Apresentação <i>Power point</i> .
P5	-	Disponível	-	3 (-1)	Disponível	Disponível	Apresentação <i>Power point</i> .
P6	-	Disponível	-	2	Disponível	Disponível	Documentário; apresentação <i>Power point</i> pelos alunos

Quadro 5 – Síntese das metodologias analisadas.

Fonte: Elaborado pela autora.

\*\*\* O Plano de Ensino serviu como informação complementar do planejamento do professor. Os professores que não disponibilizaram o Plano de Ensino, por alguma razão não o tinham. Uma das justificativas é a Contratação de Caráter Temporário, a qual permuta o professor.

\*\* O item “Conversa Gravada” refere-se a uma conversa solicitada pelo professor, realizada antes do início da observação das aulas, em que os professores falaram sobre os estudantes, a relação com as turmas e a maneira como pensavam dar segmento às aulas.

\*\*\* Os números nos parênteses no item “Horas/aula assistidas” representam o número de horas excedentes ou faltantes, tendo como referência o plano de aula dos professores.

### 5.3 METODOLOGIA PARA A ANÁLISE DOS DADOS

A última etapa da pesquisa condiz à análise das entrevistas e da utilização dos documentos complementares para reforçar as conclusões. A análise das entrevistas transcritas foi realizada utilizando a metodologia da Análise Textual Discursiva (ATD), pois entendemos que nossa pesquisa buscou aprofundar as compreensões sobre SAmb a partir de uma análise criteriosa (MORAES, 2003).

Concebemos as entrevistas transcritas como nosso material de análise ou *corpus* de análise. Segundo Moraes (2003), podemos obter de um mesmo material de análise diferentes sentidos de um texto. Facilitando a etapa de “unitarização”, conforme sugerido por Moraes (2003), ou fragmentação das entrevistas, estabelecemos os temas de discussão *a priori*, fundamentados na teoria de Fleck (2010), sobre a maneira de interpretar situação a partir de problemas, justificativas e metodologias utilizadas, pois deduzimos que tais perspectivas possibilitam a interpretação do porque, para que e como os professores abordam as questões ambientais, além de evidenciar características comuns que marcam um “estilo de pensamento” (FLECK, 2010). A própria questão norteadora da pesquisa é um tema de discussão admitido *a priori*, e por isso fragmentamos o material de análise de maneira a diagnosticar as compreensões dos professores sobre SAmb.

Os documentos complementares obtidos por meio dos registros de observação e dos documentos elaborados pelos professores apontaram a necessidade de análise dos materiais de apoio que não foram abordados representativamente nas entrevistas, mas que guardavam informações importantes sobre a maneira que o professor se relaciona com os recursos didáticos, auxiliando na discussão dos objetivos específicos do trabalho, os quais recordamos: *i*) conhecer as diferentes compreensões dos professores de Química, participantes da pesquisa, sobre Sustentabilidade Ambiental; *ii*) identificar e problematizar fatores relacionados à formação dos professores que possam estar influenciando na organização e no desenvolvimento de atividades para a abordagem de temas ambientais no Ensino de Química com a perspectiva da Sustentabilidade Ambiental; *iii*) problematizar o modo de organizar o ensino para a abordagem de temas ambientais no ensino de Química com a perspectiva da Sustentabilidade Ambiental; *iv*) analisar se a compreensão dos professores sobre Sustentabilidade Ambiental podem constituir-se como estilo(s) de pensamento(s); *v*) buscar evidências de possíveis contribuições da QV e QAmb na

compreensão e na abordagem de temas ambientais no Ensino de Química na perspectiva da Sustentabilidade Ambiental.

Os materiais de cada professor foram inicialmente analisados separadamente e os resultados da etapa de unitarização (ATD) foram comparados entre si, resultando na formação da categoria “A influência dos materiais didáticos para a abordagem de assuntos sobre o meio ambiente”. Somente a título de apresentação, preferimos situar essa categoria entre as demais, deixando a categoria sobre SAmb para o final, melhorando esteticamente a apresentação dos resultados obtidos.





## 6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

Conforme discutimos anteriormente, os dados foram analisados com o intuito de conhecer as compreensões dos professores sobre Sustentabilidade Ambiental, identificando os fatores, principalmente aqueles que se relacionam à formação inicial, que influenciam na abordagem do assunto meio ambiente em sala de aula. Com estes objetivos, recordamos que utilizamos como referência a epistemologia de Fleck (2010), que nos auxilia a entender, a partir do desenvolvimento gradual do conhecimento ao longo do tempo, aspectos relacionados à configuração da estrutura do pensamento do círculo dos Docentes no que se refere tanto ao Ensino de Química quanto ao tratamento das questões ambientais.

A análise dos dados resultou em três categorias. A primeira categoria é: **o modo de organizar o ensino sobre o meio ambiente: a herança da educação bancária**. Esta categoria possui subcategorias: *i) A seleção de problemas ambientais a serem estudados no Ensino Médio: influências da QAmb no pensamento docente; ii) Diferentes justificativas para a abordagem de assuntos relacionados ao meio ambiente; e iii) Diferentes metodologias para a abordagem ambiental: expressões do modo de pensar sobre problemas ambientais*. Essa categoria se apoia na interpretação de que, ao reunir problemas, justificativas e práticas (nas categorias *i*, *ii*, e *iii* respectivamente), temos indícios de algumas características de possíveis estilos de pensamento<sup>21</sup> sobre a maneira de organizar o ensino compartilhada entre os professores.

A segunda categoria foi denominada como: **influência dos materiais didáticos na abordagem sobre meio ambiente**, e é decorrente da percepção sobre a importância dos materiais didáticos utilizados pelos professores em suas disciplinas. Segundo Fleck (2010, p. 149), um estilo de pensamento pode ser “[...] acompanhado, eventualmente, por um estilo técnico ou literário do sistema do saber [...]”, sendo interessante o aprofundamento no estudo destes dados, que ajudam a responder os objetivos específicos da pesquisa.

Encerramos o capítulo apresentando os resultados específicos das compreensões sobre SAmb expressadas na terceira categoria: **influência**

---

<sup>21</sup> “Esse estilo é marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios do conhecimento” (FLECK, 2010, p. 149).

**de condicionantes históricos na evolução das compreensões dos professores sobre Sustentabilidade Ambiental**, por meio de três subcategorias: *i) A compreensão da Sustentabilidade Ambiental como sobrevivência; ii) A compreensão da Sustentabilidade Ambiental como equilíbrio; e iii) A compreensão sobre Sustentabilidade Ambiental: o caminho da prevenção.*

## 6.1 O MODO DE ORGANIZAR O ENSINO SOBRE O MEIO AMBIENTE: A HERANÇA DA EDUCAÇÃO BANCÁRIA

Ao interpretar o excerto seguinte, sob nosso contexto de pesquisa, identificamos que a maneira como os professores concebem os problemas ambientais, os seus argumentos que justificam a abordagem de um assunto voltado ao meio ambiente e a maneira como organizam suas aulas podem indicar uma maneira de pensar sobre os assuntos ambientais no ensino de Química, formada em um estilo de pensamento:

Esse estilo [de pensamento] é marcado por características comuns dos problemas, que interessam a um coletivo de pensamento; dos julgamentos, que considera como evidentes e dos métodos, que aplica como meios do conhecimento. (FLECK, 2010, 149)

Utilizamos os problemas, as justificativas e a metodologia como grandes temas sobre os quais definimos os fragmentos destacados para o processo de “unitarização” e “categorização” na ATD (MORAES, 2003). Categorias que são discutidas nos itens a seguir.

### **6.1.1 A seleção de problemas ambientais a serem estudados no Ensino Médio: influências da Química Ambiental no pensamento docente**

Foi possível verificar que os professores pesquisados falaram de problemas ambientais ao comentarem as aulas em que abordaram assuntos voltados ao meio ambiente. Ao assistir suas aulas, também foi possível presenciar os comentários com foco em problemas ambientais. Com isso, podemos afirmar que os professores participantes da pesquisa possuem certa compreensão de que existem problemas ambientais pertinentes à Química e que estes são importantes ao ensino.

Dizemos que os problemas ressaltados pelos professores não foram escolhidos aleatoriamente e, respaldados na teoria do conhecimento de Fleck (2010), presumimos que seja possível indicar os motivos que fazem os professores dar devida atenção aos exemplos citados, que ilustramos por meio dos fragmentos das falas dos professores.

*“Aplicar no dia a dia, e compreender né, por exemplo, por que não pode jogar óleo na água, né. É por que eu não posso jogar determinadas pilhas no meio ambiente? Isso tudo, assim (pausa).” (P1, grifo nosso)*

*“Eu acredito assim ó, que conteúdo de química ele é um conteúdo muito rico, ele é muito amplo, ele é muito rico (pausa). Então sempre tem como encaixar esse conteúdo com um tema. Sempre tem. Sem a gente falar sobre aquecimento global, consegue encaixar vários fatores, se a gente for falar da poluição de águas a gente consegue encaixar vários fatores, se a gente for falar da poluição atmosférica a gente consegue encaixar vários fatores, se a gente for falar sobre (pausa). Sei lá (pausa). Reciclagem (pausa). Os 3R’s né, a gente consegue encaixar vários conteúdos.” (P2, grifo nosso)*

*“Eles têm que aprender a lidar no seu dia a dia, ele tem que saber descartar, saber, como eu coloquei, como ele vai diminuir a quantidade de gases emitidos, é, colaborar com o planeta.” (P3, grifo nosso)*

*“Sim [...] Até para conscientizar os próprios alunos sobre os problemas. Porque muitas vezes eles ouvem falar, mas meio por cima né, não sabem muito da gravidade do problema. Às vezes acontece no bairro dele, por exemplo, é (pausa). O tratamento de esgoto, às vezes o esgoto está a céu aberto ali e eles não sabem o que quê isso pode causar para eles mesmos, de problema de saúde [...]” (P4, grifo nosso)*

*“No Estado tu não tem esse tempo para trabalhar, num outro colégio tu vai conseguir trabalhar todo esse tema com (pausa). Bem focado, não é aquela coisa: - Ah! O*

descarte de baterias tem que ser feito assim, assim, assim, o descarte de pilhas assim, passou, acabou, foi! Tu vai conseguir tempo para trabalhar, para dizer o que acontece, porque que tá errado, porque que não tá, isso em todas as horas né, ácidos eu citei primeiro ano, segundo ano pilhas, meio ambiente, pilhas, soluções, aquilo que tu deve jogar no ambiente, aquilo que tu não deve, lixo reciclável [...].” (P5, grifo nosso)

*“Os assuntos mais importantes (pausa). Como eu trabalhei a água, né. Mas aí eu falo também sobre todos os tipos de problemas ambientais. Eu começo falando um pouquinho sobre agrotóxico, daí a contaminação do solo, daí depois vem a água, depois eu falo (pausa)”.* (P6, grifo nosso)

Revelaram-se notórios, tanto nas entrevistas quanto nas aulas observadas, os problemas de poluição/contaminação dos diferentes compartimentos ambientais (solo, água e ar) e o aquecimento global, sendo o primeiro problema (cinco entre seis entrevistas) mais citado que o segundo (quatro entre seis entrevistas).

Os professores P1 e P5 explicitaram que a formação inicial foi um momento de aprendizagem sobre os problemas ambientais, neste caso, referentes à poluição/contaminação dos compartimentos ambientais, os quais atualmente abordam em sala de aula. O professor P1 realizou o Ensino Técnico em Química, trabalhou em uma estação de tratamento de efluentes e foi estimulado por um “professor formador” (ROLOFF, 2011) durante a sua graduação, ainda não concluída. Já o professor P5 revelou a origem de sua influência ao relatar o seu experimento com cianobactérias e cianotoxinas para a recuperação de um corpo d’água, realizado como trabalho de conclusão de curso de graduação. Desta maneira, os problemas relacionados foram trazidos **conscientemente** da formação inicial desses professores. Os demais professores, ao abordarem esses mesmos problemas, não deixaram claro como formaram suas compreensões sobre os problemas ambientais.

O professor P3 se formou em licenciatura e bacharelado em Química no ano de 1978, anterior ao estabelecimento da disciplina QAmb nos cursos de graduação brasileiros, que são relativamente

recentes<sup>22</sup> (CARDOSO; ROCHA; ROSA, 2004), e também anterior ao estabelecimento da QAmb como divisão da Sociedade Brasileira de Química em 1994 (SBQ, 2013), o que indica a dispersão dos profissionais e o baixo poder de persuasão da QAmb na área da Química no ano de formação do professor P3.

A sua formação (ainda falando de P3) foi na Universidade Federal de Brasília e, em função da seca no Distrito Federal, o professor relata que sempre se envolveu com a abordagem sobre o meio ambiente. Com o intuito de complementar a sua formação acadêmica, buscou disciplinas nos cursos de Biologia e Geografia. Sob o ponto de vista epistemológico da gênese do conhecimento (FLECK, 2010), a busca por conhecimentos em outras disciplinas possuem o significado de trocar ideias com outras áreas, a fim de responder problemas que somente com o conhecimento químico não seria possível, o que é justificado pela época de formação do professor P3, em que o debate trans e interdisciplinar não eram comuns (JARDIM, 2008), já que esse debate é promovido atualmente, principalmente, pela QAmb (SBQ, 2013).

O professor P4, ao contrário de P3, iniciou sua graduação recentemente e, por isso, não cursou a maioria das disciplinas do curso de Química. Contudo, cita as disciplinas de Biologia e Geografia ao idealizar uma proposta interdisciplinar no Ensino Médio. O professor P2 reafirma sua relação com essas disciplinas ao dizer que as recorda de suas aulas do Ensino Médio, por tratarem do assunto meio ambiente.

Os professores P2 e P6, ao abordarem os problemas ambientais, não citam um ambiente comum que possam ter formado a maneira de pensar sobre os problemas ambientais, inclusive afirmam que a graduação foi muito tradicional, não havendo espaço para discussões ambientais durante a formação inicial. Contudo, os professores P2 e P6 não deixaram de abordar os problemas ambientais, demonstrando que foram influenciados por algum elemento, porém de maneira inconsciente.

O professor P2 cita como exemplos de problemas ambientais o aquecimento global e a poluição da água e do ar, não muito diferente do professor P6, que realiza um trabalho com as turmas de terceiro ano, e que aborda os problemas ambientais considerados por ele como os principais os que envolvem “[...] *agrotóxicos, lixo, água, camada de ozônio, efeito estufa (pausa) aquecimento global, na verdade, e chuva*

---

<sup>22</sup> A exemplo, Jardim (2013) relata que a primeira vez que a disciplina QAmb foi ministrada na Universidade Estadual de Campinas foi no ano de 1987.

ácida [...]” (P6), que são assuntos, segundo Baird (2002), de interesse de estudo da QAmb.

Assim, resultam desta análise minimamente duas maneiras de pensar provenientes da formação inicial em Química. A primeira é referente ao conhecimento do professor P3, resultante da ausência da QAmb e da influência das disciplinas de Biologia e de Geografia em sua formação, tal qual a manifestação de P4, que iniciou recentemente a sua formação. E a segunda envolve os demais professores (P1, P2, P5 e P6), que foram formados após o ano 2000 e concebem como problemas aqueles mesmos de interesse da QAmb (BAIRD, 2002).

Após a separação dos fragmentos de interesse para esta categoria, nos chamou a atenção a presença marcante do aquecimento global entre as falas dos professores, como a do professor P6 que citamos no parágrafo anterior.

*“Então sempre tem como encaixar esse conteúdo com um tema. Sempre tem. Se a gente falar sobre aquecimento global, consegue encaixar vários fatores [...]” (P2)*

*“O aquecimento global onde, aqui vai estar valendo sempre, né (pausa). A emissão de gases nas indústrias, qualquer indústria, né, emitindo, digamos que seja CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> (pausa). É, o lixo! O CH<sub>4</sub>, então, essas emissões de gases seriam fundamentais. Aquecimento global. Tá?” (P3)*

*“Bem, como eu já meio que falei antes, né. Tem uma relação porque vários problemas, vários [...] os gases que causam aquecimento global, né, tá muito relacionado com a química, justamente por ela estudar o que quê tem nestes gases, ou como esses gases se ligam, para causar esses problemas né, então, se você tem um entendimento da química fica mais fácil entender o problema e é por isso que eu acho que a química está bem relacionada com esse problema.” (P4)*

O estudo dos fluxos de entrada e saída de energia da Terra, as concentrações dos gases na atmosfera, os mecanismos de reações químicas em meio gasoso, assim como a interação da luz solar com as partículas suspensas na atmosfera, são foco de estudos da QAmb

(BAIRD, 2002). Contudo, devido à divulgação midiática, não podemos dizer que os professores abordam tal assunto devido a um ou outro fator, como também não podemos excluir esses elementos de possível influência.

### **6.1.2 Diferentes justificativas para a abordagem de assuntos relacionados ao meio ambiente**

As justificativas são, para nós, uma das maneiras de materialização do que pensam os professores sobre os objetivos do ensino de Química e demonstram como esses professores assumem a importância da abordagem dos problemas ambientais. Frequentes durante a entrevista, as justificativas puderam ser simplificadas no parágrafo que segue.

Os professores justificam o ensino de Química voltado ao meio ambiente defendendo que os estudantes devem possuir a informação e compreender/entender os fenômenos que ocorrem no dia a dia para que consigam formar opiniões a seu respeito. Os professores querem que os estudantes sejam capazes de manter uma conversa e de tomarem decisões sobre questões que colocam em risco o meio ambiente e os seres humanos, estando os estudantes sempre alertas com as situações reais que os cercam. Ainda, os professores acreditam que tudo isso auxilia na formação de cidadãos, da consciência ambiental, do conhecimento básico para a vida e para passar em um vestibular. Percebemos alguns destes argumentos nos trechos a seguir.

*“Conhecimento químico não adianta se você não ajudar os alunos a colocar (pausa). É (pausa). Em situações, dos alunos, o que eles fariam no dia a dia com o conhecimento químico que eles têm, né. Isso sim é educação ambiental, né. Eles verem o que isso vai ocasionar no ambiente.”*  
(P1)

*“É, são informações primordiais que (pausa). Porque depois eu posso lá fora ter informações que eu possa estar discutindo a respeito daquilo com mais seriedade, né, se eu (pausa). Eu digo assim pro aluno: Quando eu precisar dessa informação para eu discutir lá fora, para não estar falando abobrinha, sem eu estar falando besteira, pra ter*

critérios, pra estar dizendo alguma coisa ou pra estar falando a respeito, né (pausa).” (P2, grifo nosso)

“Não importa se vai todo o conteúdo, eu vou pincelando alguma coisa, mas antes de tudo ele tem que ser primeiramente um cidadão. O que adianta ele aprender a química pura, né, a fórmula, a substância, não sei o quê, se ele não sabe usar aquilo lá na vida dele?!” (P3, grifo nosso)

“Até para conscientizar os próprios alunos sobre os problemas. Porque muitas vezes eles ouvem falar, mas meio por cima né, não sabem muito da gravidade do problema. Às vezes acontece no bairro dele, por exemplo, é (pausa). O tratamento de esgoto, às vezes o esgoto está a céu aberto ali e eles não sabem o que que isso pode causar para eles mesmos, de problema de saúde e para conscientizar mesmo de que se às vezes algum problema não está acontecendo perto deles, mas em outros lugares é mais grave, mas evidente que, não só parte deles, né, mas é possível que todo mundo se conscientize. É mais para alertar mesmo.” (P4, grifo nosso)

“[...] e realmente eu ensino química pensando que algum aluno vai seguir a carreira, ou então no mínimo eles tem que ter aquele básico para passar no vestibular e aquele básico de entendimento para a vida.” (P5, grifo nosso)

“E trazendo para a sala de aula e daí esse tema faz uns cinco anos que eu tô trabalhando, desde que eu comecei a perceber que o ENEM estava voltado, bastante, para os problemas ambientais, eu comecei a trabalhar um pouco química, fazendo esse trabalho (pausa).” (P6)

As justificativas dos professores para a abordagem do assunto meio ambiente parecem ter relação com a interpretação mais simples que Silva (2007, p. 123) faz de contextualização, que segundo o autor é a “[...] exemplificação de fatos ou situações do cotidiano”. Em outras palavras, a partir das justificativas dos professores, constatamos que a abordagem ambiental é importante para estes somente no sentido de



informação sobre problemas ambientais. Contudo, o que os professores almejam por meio da informação é a formação do cidadão crítico, capaz de opinar e tomar decisões quando os problemas se apresentam.

Argumentando com base em Freire (2011), enfatizamos que a educação problematizadora/transformadora que defendemos e que é capaz de alcançar os objetivos lançados pelos professores não pode ser realizada via informações que não ultrapassem a discussão do senso comum, pois não proporcionam a reflexão necessária para vislumbrar um “inérito viável” capaz de proporcionar uma superação, ou seja, as estratégias utilizadas pelos professores – provavelmente não é capaz de dar suporte às motivações dos professores para a inserção dos problemas ambientais em aulas de Química.

### **6.1.3 Diferentes metodologias para a Abordagem Ambiental: expressões do modo de pensar sobre problemas ambientais**

Por meio da análise das práticas metodológicas será possível confirmar qual a abrangência dos problemas utilizados pelos professores na abordagem de assuntos referentes ao meio ambiente em sala de aula. Imaginamos que, para serem representativos a ponto de formar cidadãos, a consciência ambiental e um conhecimento básico para a vida (justificativa dos professores para a inserção dos assuntos ambientais em suas aulas), os problemas abordados devem se constituir como “complicações”, no sentido de Fleck (2010), ou como “problemas”, no sentido de Freire (2012). Segundo Fleck (2010), as complicações seriam a chave para a mudança em certa ordem de conhecimento, são as complicações que colocam em contestação o que está posto fortemente, se não cientificamente, historicamente. Segundo Freire (2011), a discussão dos problemas envolve necessariamente o reconhecimento da realidade e da relação que temos com o mundo e com os outros, provocando a reflexão sobre nós e nossa sociedade, sobre os problemas que nela existem, e não os problemas que dizem existir: seriam os “nossos problemas”. O posicionamento frente aos problemas, na interpretação de Freire (2012) e de Fleck (2010) permitem a superação de uma maneira de pensar e que de modo algum é resultante da exemplificação ou ilustração do conhecimento químico.

Percebemos, na fala do professor P2, que os problemas ambientais, de maneira geral, são uma maneira de tratar os conteúdos da disciplina Química. O problema não é discutido a partir de diferentes opiniões e controvérsias, pois o que está em questão não é o fenômeno, mas os conteúdos da disciplina Química. Veremos que o professor P2 se

atrapalha no momento em que tenta explicar a maneira que articula conteúdos ao assunto ou o assunto aos conteúdos.

*“Gente, vamos trabalhar um assunto, vamos trabalhar textos, vamos discutir, vamos acrescentar (pausa). É (pausa). Não é acrescentar conteúdos ao assunto, mas buscar o assunto, encaixar assuntos ao conteúdo [...] vamos trazer as informações, né, não vamos deixar conteúdo de lado, vamos estar sempre trazendo o conteúdo, conteúdo é importante. Né, eu não (pausa). Eu sempre (pausa). Eu acredito assim ó, que conteúdo de química ele é um conteúdo muito rico, ele é muito amplo, ele é muito rico (pausa). Então sempre tem como encaixar esse conteúdo com um tema. Sempre tem. Se a gente falar sobre aquecimento global, consegue encaixar vários fatores, se a gente for falar da poluição de águas, a gente consegue encaixar vários fatores, se a gente for falar da poluição atmosférica, a gente consegue encaixar vários fatores, se a gente for falar sobre (pausa). Sei lá (pausa). Reciclagem (pausa). Os 3R's né, a gente consegue encaixar vários conteúdos.” (P2, grifo nosso)*

Consideramos o aquecimento global como um exemplo de problema para a sociedade. De maneira geral é um fenômeno climático controverso, sobre o qual existe a busca para se entender mais, para que seja possível fazer afirmações sobre as situações que poderão ser enfrentadas em um futuro próximo. Assim, em uma perspectiva baseada em Fleck (2010), podemos considerá-lo como uma complicação, um fenômeno incerto, sobre os quais existem opiniões divergentes e que desafiam o conhecimento humano. Todavia, o aquecimento global (aqui tomado como exemplo por existirem justificativas empíricas) estudado em ambiente escolar, para que seja considerado um problema, depende da maneira como é tratado.

O professor P2 tenta relatar a existência de uma maneira correta de abordar os conteúdos, mas notamos certa confusão em relação aos assuntos/temas e conteúdos/fatores (contraste entre a linha 2 e a linha 8). Essa falta de clareza em seu posicionamento pode resultar em reprodução de práticas tradicionais de ensino, que pudemos presenciar durante o período de observações de aulas, em que o professor P2 se afastou das discussões dos problemas ambientais citados por ele próprio,

alternando as aulas de conteúdos químicos e de assuntos ambientais, tentando fazer aparecer uma relação entre uma e outra, a qual não conseguimos identificar, tendendo à simplificação na interpretação dos problemas por parte do professor e também dos estudantes.

O professor P3 fez o seguinte comentário sobre o aquecimento global:

*“O aquecimento global onde, aqui, vai valer sempre, né (pausa). A emissão de gases nas indústrias, qualquer indústria, né, emitindo, digamos que seja CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> (pausa). É, o lixo! O CH<sub>4</sub>, então, essas emissões de gases seriam fundamentais. Aquecimento global.” (P3)*

O professor P3, ao ser entrevistado, fez o seguinte comentário: *“O aquecimento global onde, aqui, vai valer sempre, né (pausa)”*. Nesta afirmativa, temos indicações de que o professor desconhece a controvérsia existente sobre o aquecimento global, reprovando as emissões de gases de qualquer indústria e as emissões provenientes da decomposição do lixo. O professor P3 parece, na realidade, reduzir a compreensão sobre o problema ambiental, fazendo parecer que a solução para o aquecimento global é somente falta de vontade de solucionar o problema.

*“Acho muito difícil se cada um continuar colocando o lixo onde quer, se cada prefeito não tomar a sua providência e deixar essa água... O esgoto ser lançado nos mares, nos rios, né. As indústrias não têm vigilância, não tem ninguém que vai na indústria fazer uma vistoria, poucas cidades, a gente pode contar nos dedos quem tem esse controle e a indústria joga no rio, é mais barato, né. E aí a gente tem que coletar aquela água, tratar aquela água e joga aquele esgoto de novo no rio. Onde é que está o esgoto de qualquer grau? Tá no rio! Tem coleta de esgoto aonde? Poucas cidades nós poderíamos citar aqui, acho que tem que ser providenciado.” (P3)*

O mesmo professor ainda explora o assunto em aula, tentando abordá-lo juntamente com o conteúdo químico, como se pode observar na seguinte afirmação registrada:

*“Como o tema é sustentabilidade, nós vimos a equação da água (pausa). Vimos a equação da água, vamos ver a produção do CO<sub>2</sub>, a produção de SO<sub>2</sub>, a produção de CO, todas as substâncias que são, hoje, problemas sérios para o aquecimento global.”* (P3, registro de observação)

Portanto, é desta maneira um tanto quanto simplista e reduzida ao formalismo/formulismo químico que pensa estar contribuindo para a compreensão dos fenômenos do dia a dia que cercam os estudantes e auxiliando na formação do cidadão mais consciente.

O professor P4 comenta, durante sua entrevista, sobre a inserção de problemas ambientais associados ao conteúdo químico de cada ano do ensino médio e dá indícios de que não faria muito diferente em suas aulas, como demonstra no fragmento a seguir.

*“Daí, por exemplo, eu tentaria dividir, assim, os principais problemas ambientais conforme o ano, tentando associar também com o conteúdo que vai ser visto em cada ano, né, primeira série, segunda série e terceira série [relativo aos anos finais da educação básica]. A terceira série seria, acho que mais fácil ainda, pelo fato deles terem vestibular, ENEM, então, isso acaba sempre aparecendo para eles. Então poderia ser mais um apanhado geral. Eu tentaria, como falei né, tentar sempre assimilar [relacionar] com o conteúdo, por exemplo, o tratamento de água que é um problema, né, dá para relacionar com mistura, toda essa parte do primeiro ano, mas também não quer dizer que eu não poderia falar lá no segundo ano, né. Mas seria assim, desta forma que eu tentaria.”* (P4)

Tratando ainda sobre os dados referentes ao professor P4, constatamos, por meio de sua entrevista, a utilização do LD como ferramenta para o preparo das aulas, retratado no trecho a seguir.

*“[...] Por exemplo, os gases, então tenta relacionar o que tem naquele problema com a química em si. No livro didático, por exemplo, essa parte do aquecimento fala dos gases em si, depois mostra um pouco das propriedades deste gás, porque que são tóxicos, até fala um pouco da*

*(pausa). Volta um pouco sobre ligações, então eu acho mais ou menos que tenta relacionar a isso, né.” (P4)*

O uso do LD não é um problema no ensino, o que estamos retratando é a maneira como o professor P4 aborda o conteúdo, não levantando de fato problemas que tenham significado para a realidade dos estudantes, utilizando os problemas ambientais para ilustrar o conteúdo químico que será abordado – no caso, os gases e suas propriedades ou ligações químicas.

Mesmo que o assunto aquecimento global não tenha sido proposto aos professores de nossa pesquisa para ser abordado em sala de aula, não sendo propriamente o foco desta pesquisa, podemos afirmar que os entrevistados não ultrapassaram um entendimento superficial sobre este assunto. Nesse sentido, seria necessário que reconhecessem que existem controvérsias (BAZZO; VIEIRA, 2007) e até mesmo dúvidas de sua existência (RODRIGUES, 2009), portanto, eles deveriam ter enfatizado as possíveis causas e consequências de tal fenômeno, e não deveriam, como percebemos, ficarem ainda muito presos ao conteúdo químico, que de fato pode dificultar a abordagem ambiental.

Assim, tendo em vista as observações sobre as aulas, afirmamos que os professores buscaram os fenômenos relacionados à Química – como o aquecimento global – não para explorá-los de diferentes dimensões, mas para associarem, por exemplo, ao comportamento de moléculas, às características de substâncias e aos estados físicos da matéria. Neste caso, os assuntos relacionados ao meio ambiente só parecem usados para resolver o objetivo primeiro, isto é, o ensino de conceitos químicos.

Abordados desta maneira, os problemas ambientais selecionados pelos professores não se tornam desafiadores para os estudantes, algo a ser superado ou um problema real. Os estudantes podem compreender/entender alguma coisa relacionada aos fenômenos: de que maneira ocorrem, devido a alguns fatores químicos; talvez consigam até falar melhor sobre eles; guardarão aquela informação que talvez, em algum momento de suas vidas, possa vir a ser útil; e atenderão o objetivo de informação traçado pelos professores.

Apesar disso, os professores parecem estar buscando novas maneiras de se relacionar com o conteúdo químico, se preocupam com a maneira que ensinam e pensam sobre isso. Excetuamos desta situação o professor P5, que declarou ter consciência da sua abordagem em sala de aula: *“Eu sei que a gente peca bastante, mas (pausa), como diz o professor de sociologia, o sistema nos cria assim!”*, e não apresentou

nenhuma resistência ao sistema hegemônico, que oprime e segrega a sociedade.

O professor P5 aborda os conteúdos separadamente dos assuntos ambientais, mas nem por isso aprofunda as discussões. Sua abordagem foi por meio do petróleo, mas em sua apresentação de *slides* não comentou a disputa mundial sobre o petróleo, nem a ocorrência do petróleo no pré-sal de bacias brasileiras ou comentou a importância do petróleo para o Brasil. É assim que ensinamos Química? Sem contexto real, somente indicando a sua existência?

Segundo Freire (2012), ao inserir na prática escolar problemas que em nada se aproximam dos anseios, das dúvidas ou das esperanças dos sujeitos envolvidos no processo de educação, ou ainda, ao restringir a prática docente ao ensino do conteúdo (químico), é dificultada a reflexão sobre as condições históricas e sociais pelos estudantes, obstaculizando a busca por mudanças estruturais de nossa sociedade, perpetuando injustiças e reproduzindo desigualdades.

Ampliando a análise, realizando o estudo dos registros de observação produzidos durante o acompanhamento das aulas com foco no assunto água, percebemos que a maneira de organizar as aulas é diferente, mas existem instrumentos metodológicos que se aproximam. Substancialmente, a abordagem ambiental está relacionada a um assunto, como a água, a um conteúdo químico escolhido, bem como a um tipo de material para a sua apresentação (elaborado pelos professores ou pelos estudantes). Todavia, este assunto que deveria mediar uma discussão serve apenas como exemplificação/ilustração do conteúdo.

Por meio de aulas expositivas (P3, P4) ou quando solicitavam algum trabalho aos alunos (P2, P5, P6), os professores deram aos estudantes as informações consideradas importantes para serem tratadas em sala de aula, mas não diferentes dos conteúdos e informações basicamente retiradas da internet (referências concedidas pelos professores). O que denota, entre outras coisas, dependência dessa fonte de informação, que não seria sozinha um problema se os professores não demonstrassem com isso uma forma reducionista e problemática de exercer a docência, como repassadores de informações.

Concordamos com Freire (2011) quando defende que os objetos do conhecimento devem ser extraídos da realidade; esses objetos devem servir como mediadores do conhecimento entre sujeitos que mantêm um diálogo ao pensar sobre o mesmo objeto do conhecimento, como os problemas ambientais e suas consequências socioambientais. Contudo, o que percebemos na ação docente dos participantes da pesquisa, mesmo

naquelas situações em que o estudante foi o responsável por apresentar um trabalho sobre o assunto escolhido, é que o objeto do conhecimento foi pensado somente por um dos sujeitos, no caso, o professor, que avaliou rigorosamente a falta de habilidade dos estudantes para selecionarem tópicos pertinentes sobre o assunto sugerido ou que acompanhou o trabalho dos estudantes direcionando o conteúdo da apresentação, sendo o objeto do conhecimento a “incidência terminativa do pensamento”, rompendo com a comunicação/diálogo entre professor e estudante, este último que somente participou como um depósito de conteúdos (FREIRE, 2011).

Poderíamos tentar considerar o professor P1 uma exceção dentre os professores pois, ao realizar uma aula experimental para demonstrar como ocorre o tratamento da água, o fez utilizando leitura e discussão prévias sobre a poluição das águas, permitindo desta maneira que os estudantes fossem ouvidos. Porém, para a aula do experimento, elaborou o questionário insistindo na especificidade do conteúdo químico e testou os estudantes sobre a conduta correta a ser seguida em relação ao cuidado/preservação da água, uma maneira discreta de impor o sua maneira de pensar aos estudantes ao conferir pontos na disciplina para aqueles que atendessem a seu modo de ver o mundo (FREIRE, 2011).

Os dados obtidos sobre o modo de organizar o ensino sobre meio ambiente nos permitem afirmar que os professores possuem a preocupação em abordar o assunto meio ambiente, pois é um assunto que visualizam como um problema que precisa ser enfrentado e que muito provavelmente contribuiu para que participassem desta pesquisa, mas ainda existem aspectos escolares que não estão ao alcance de serem resolvidos pelos professores. A exemplo, situamos as reclamações sobre falta de tempo.

As causas das reclamações sobre falta de tempo parecem estar associadas ao curto tempo de aula, isto porque as questões de tempo e de estrutura apareceram também nos registros de aula e posteriormente foram comentadas pelos professores durante a entrevista, e isso se constitui como empecilhos ou dificuldades para as aulas envolvendo o meio ambiente, mas não um impeditivo para abordagem. Contudo, existem fatores agravantes que diagnosticamos durante o acompanhamento das aulas: as reuniões pedagógicas realizadas em horário de aula, olimpíadas de Química, Matemática etc., os dias chuvosos que reduzem a quantidade de estudantes em sala devido às condições de transporte que são caóticas, instalações de equipamentos, avaria de equipamentos, greve de ônibus, de professores e de estudantes, atividades conveniadas à UFSC e a outras instituições e ainda

imprevistos que podem até mesmo acontecer com os professores, que tiram tempo da sala de aula, que não são repostos e que passam despercebidos por fazerem parte da rotina escolar.

Faz tão parte da rotina que, ao perguntar para os professores como seria uma aula em condições de estrutura e tempo ideal, estes responderam que fariam a mesmas coisas que já fazem, adicionando coisa aqui ou acolá, mas mantendo a estrutura que conhecem, com as mesmas preocupações e mesmo espaço de sala de aula, com o mesmo conteúdo, somente tendo mais tempo e adequação de equipamentos.

Em outros momentos da entrevista, os professores P3 e P4 sugeriram que, se tivessem à disposição mais tempo e estrutura, poderiam pensar em aulas mais interdisciplinares (de maneira geral, qualificaram como abordagem junto a outras disciplinas). O professor P5 teria mais cuidado nas discussões dos “por quês” em sala de aula, que estão ausentes neste momento em suas aulas por priorizar conteúdos químicos. Esses três professores, ao indicarem a possibilidade de aulas diferentes, mostram saber da existência de necessidades de mudanças em suas aulas, ainda que somente o professor P5 aponte um problema de fato a ser resolvido. O que se quer enfatizar é a reflexão dos professores sobre suas práticas, que não alcança os problemas de suas aulas e que transfere ao tempo e à estrutura, que não qualificamos mesmo como adequados, a responsabilidade da reprodução dessas velhas práticas. Assim, parece emergir, nesta categoria, a repaginação da “educação bancária” em que ressaltamos o acúmulo de conhecimentos científicos cujos problemas eventuais de contexto abordados em sala, como os ambientais, servem na prática somente para confirmar ou ilustrar (FREIRE, 2012).

Percebendo a preocupação dos professores, destacamos que os professores não são culpados, pois sabemos que estão imersos em uma atmosfera educacional que por tanto tempo manteve a “educação bancária” como ideal de educação. Não é simples para o professor perceber que a sua prática se baseia na reprodução; apesar das tentativas de mudanças (uso do *Power point*, computador ou salas de vídeo), as práticas desses professores precisam ser problematizadas.

As escolhas feitas pelos professores em relação aos problemas ambientais levados às salas de aulas, concluímos que eventualmente possam se dar por meio da formação acadêmica inicial ou das experiências profissionais de caráter individual, solitárias e ocasionais, ainda que isso possa indicar a introdução teórico-prática em uma área que é comum a todos. Porém, na hora da abordagem em sala de aula,



acreditamos que os profissionais se formem antes de tudo como químicos, tendo a formação defasada na docência envolvendo assuntos ambientais e, por esta razão, possuindo dificuldades de fazer a mediação do conhecimento universitário para a educação básica. Assim, apesar de abordarem problemas ambientais que parecem ter origem na formação inicial, aparentam dificuldade em abordá-los a partir da Química, falar sobre a realidade mais próxima que envolve o meio ambiente, pois não foram formados para isso. Em consequência, se apropriam do que é comum e simplesmente repetem as informações que circulam na sociedade, particularmente vinculadas à mídia.

## 6.2 INFLUÊNCIA DOS MATERIAIS DIDÁTICOS NA ABORDAGEM DO MEIO AMBIENTE

Os materiais didáticos de apoio se mostraram essenciais para a abordagem sobre Sustentabilidade Ambiental por parte dos professores. **Opondo-se à hipótese primeira, de que era principalmente a formação inicial que influenciava na compreensão sobre SAmb, os materiais de apoio se mostraram mais fortes neste sentido e tornaram-se relevantes para esta análise.**

Nomeamos os oito materiais de apoio, elencados a seguir em ordem decrescente de utilização entre os professores participantes da pesquisa.

1. *Sites*: sites na internet acessados e utilizados como referência para citação em sala de aula, disponibilizado pelo professor aos estudantes ou mantido somente para consulta;
2. Vídeos: vídeos utilizados em sala de aula.
3. Apresentações de *slides*: apresentação de *slides* organizada pelos professores e utilizada em sala de aula.
4. Textos produzidos: textos produzidos pelos professores para utilização em sala de aula.
5. Revistas e jornais de grande circulação: reportagens extraídas de revistas e/ou jornais, sem foco científico, utilizadas pelos professores em sala de aula ou citados como referências.
6. Livros didáticos: são os livros didáticos escolhidos pela escola para o ano de 2012 e outros livros de apoio utilizados pelo professor.
7. Revistas de divulgação científica: reportagens extraídas de revistas e/ou jornais, com foco científico, porém com linguagem

facilitada, ampliando o público-alvo da revista, utilizadas pelos professores em sala de aula ou citadas como referências.

8. Revistas científicas: revistas ou artigos científicos utilizados pelos professores em sala de aula ou citados como referências.

Estes foram analisados segundo a utilização dos professores, buscando levantar o conceito sobre SAmb ou meio ambiente dentro do contexto de aula dos professores. Analisamos os materiais de cada professor separadamente utilizando os fragmentos que compreendemos importantes e ao final inferimos semelhanças.

O professor P1 utilizou, em aula, o material elaborado por ele mesmo, constituído por texto próprio, referências em outros textos e questionário, dos quais extraímos os seguintes excertos:

*“No início do ano lemos em sala de aula o texto intitulado ‘Poluição vs. Tratamento de Água’ o qual fala que a água representa cerca de 70% da massa do corpo humano. Um ser humano com aproximadamente 70 kg de massa corporal precisa ingerir cerca de dois (2) a quatro (4) litros de água. Podemos sobreviver 50 dias sem comer, mas, em média, morremos após (4) quatro dias sem água.” (P1, texto produzido)*

O texto citado foi extraído com base na Revista Química Nova na Escola, a qual tem como público justamente os professores da Educação Básica e dos cursos de formação inicial e continuada, contribuindo para a interpretação e compreensão sobre problemas que o mundo moderno impõe à sociedade e que exijam o conhecimento de Química (Qnesc, 2013). O artigo foi publicado na sessão Química e Sociedade e possui como resumo o seguinte:

A seção “Química e sociedade” apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais. Este artigo discute de maneira geral a poluição do meio ambiente e, mais especificamente, a das águas. Apresenta as várias formas de poluição que afetam as nossas reservas d’água, exemplos de minimização de rejeitos e uma síntese das

tecnologias disponíveis para o tratamento de efluentes. (AZEVEDO, 1999, p. 21, grifo nosso)

O resumo demonstra que o foco, tanto da revista como do artigo, não é discutir a questão biológica/ecológica da dependência que temos da água como seres vivos, mas apresentar como os químicos compreendem a poluição, as formas de como podem ocorrer e os possíveis tratamentos químicos, para que os problemas de poluição sejam resolvidos ou amenizados (AZEVEDO, 1999). Foco que concorda com o que foi dito pelo professor P1 em sua entrevista, porém não com o texto produzido por ele para ser utilizado em sala de aula que, neste caso, dá ênfase à compreensão biológica, por meio de dados relacionados à necessidade humana da água para a sua sobrevivência, o que demonstra que o pensamento norteador proveniente da Química deu, em certa medida, espaço ao pensamento biológico.

Continuando, a segunda referência citada no texto produzido pelo professor foi uma reportagem de Tundisi (2008) com o título “Água para o futuro numa perspectiva global”, retirada da revista de divulgação científica *Scientific American Brasil*, que tem por objetivo divulgar em linguagem acessível o impacto produzido pela ciência e pela tecnologia no cotidiano e na construção de estratégias para o futuro. Na reportagem, o autor trata dos relatórios recentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas que apresentam inúmeros problemas referentes à quantidade e qualidade hídricas, resultado de mudanças globais, demonstrando que P1, ao contrário do que tínhamos notado em aula e em entrevista, também considera como um problema relevante às mudanças climáticas.

O conteúdo da reportagem selecionada pelo professor P1 também tem relação com a justificativa de estar abordando a crise da água em sala de aula, tendo provavelmente servido como referência também para o plano de ensino de P1.

*“O professor José Galizia Tundisi do Instituto de Estudos Avançados da USP, em São Carlos escreveu um artigo para a revista ‘Scientific American Brasil’ ensinando o seguinte: ‘A educação tem um papel de extrema importância no desenvolvimento sustentável e a*

*manutenção dos ciclos no planeta Terra. Em conjunto com as grandes ações para o grande público é necessário apresentar currículos, programas e projetos para as escolas de ensino fundamental e médio sobre a crise da água, promover ações que demonstrem como se pode chegar à sustentabilidade por meio de compartilhamentos de atitudes coletivas e individuais.” (P1, texto produzido, grifo nosso)*

*“A aplicação do conhecimento químico deverá provocar a educação ambiental para que assim o aluno aplique no cotidiano, atitudes individuais e coletivas para a promoção de uma maior sustentabilidade ambiental.” (P1, Plano de Ensino, grifo nosso)*

*“Promover uma melhor educação ambiental fazendo chegar aos alunos a visão da crise da água como componente da crise ambiental e formulando novas posturas e atitudes coletivas e individuais compatíveis com a sustentabilidade.” (P1, Plano de Ensino, grifo nosso)*

O conhecimento científico possui um significado para quem faz ciência que não é o mesmo para quem ensina ciências (DELIZOICOV, 2011). São dois grupos com objetivos distintos e, portanto, os problemas a serem enfrentados também se distinguem. Aqui parece ficar mais claro que o professor P1 se interessa pelo assunto meio ambiente e procura fontes de referências que o auxiliem em sua atividade docente, talvez até influenciado pelo seu curso de formação que têm um currículo atualizado e que dispõe de disciplinas voltadas exclusivamente para a formação do professor de química.

Analisando as questões propostas por P1 para os estudantes, percebemos que estão divididas em dois segmentos, sendo um voltado somente ao experimento realizado (questionando aspectos como o volume dos reagentes utilizados, valor de pH antes e depois do processo de coagulação) e outro voltado ao comportamento individual de cada estudante na economia de água, estabelecendo a dicotomia entre os dois conteúdos da aula, o **que exprime a dificuldade em relacionar um e outro.**

Outro aspecto é a dimensão de abordagens relativas aos problemas ambientais relacionados à água que o professor utiliza em seu questionário aplicado aos seus alunos.

*“Sabendo da crise de água como podemos economizar água durante o banho? Que atitude devemos ter para não desperdiçar água durante a lavagem das louças em nossas casas? Você fecha a torneira enquanto escova os dentes? Você acha importante fechar a torneira? Algumas pessoas lavam as calçadas das suas casas com mangueiras e ‘podem’ chegar a consumir 300 litros de água. O que essa pessoa pode fazer para não desperdiçar água? Que dia é comemorado o Dia Mundial da Água?”* (P1, registro de observação)

São questionamentos que ignoram a complexidade dos problemas ambientais, reduzindo as possíveis causas e soluções às atitudes dos estudantes com relação ao desperdício do recurso natural, deixando de lado os conflitos socioambientais envolvidos designados por jogos de interesse e poder – economia, política e cultura (DREWS, 2011).

O outro texto trabalhado por P1 em sala de aula foi retirado de uma revista de divulgação científica, *Men’s Health*, a qual aborda a poluição da água por plásticos. Foi um texto que o professor P1 comentou ter feito sucesso em sala de aula devido à interessante história do Capitão Moore. Mas, todos ficariam com dúvidas se dependessem da reportagem para responder as perguntas subsequentes:

Como todo aquele plástico veio parar ali? Como esse Tsunami de lixo começou? Moore não demoraria a entender que as respostas a essas perguntas eram assustadoras e que sua descoberta tinha implicações medonhas para a saúde do homem no planeta. (CASEI, 2007, p. 88)

A reportagem até traz dados dos tipos de resíduos plásticos encontrados, dos efeitos da poluição, mas ainda assim não traz quem são os culpados pela ocorrência do fato, simplificando com a resolução do problema com ações individuais e ocultando discussões que envolvem os interesses econômicos na venda do plástico.

Palavras fortes como “nefastos” são utilizadas na reportagem: pesadelo, deprimente, alarmante, assustador, perturbadoras, e servem

para dar mais ênfase aos efeitos do plástico, os quais nada mais são do que componentes químicos (CASEI, 2007).

Quase que diariamente, os meios de comunicação vêm explorando essa temática através de notícias, algumas vezes sensacionalistas, que têm provocado algumas reações na população, principalmente medo e incerteza com relação ao futuro do planeta. (BAZZO; VIEIRA, 2007, p. 1)

Temos o terrorismo alarmante e a culpabilidade da Química como ciência neutra sendo propagados da mesma maneira que ocorreu com o aquecimento global (BAZZO, VIEIRA, 2007).

O pior é que os efeitos nefastos desse tipo de poluição vão muito além do que enfiar o cenário e também estão chegando à cadeia alimentar. [...] Mas todas as criaturas marinhas, das baleias aos plânctons, estão ameaçadas pelo plástico jogado no mar. (CASEI, 2007, p. 89, grifo nosso)

Ressalta-se o lado ecológico em que a discussão ambiental cerca, nesse caso, a preocupação com os animais marinhos e com a saúde humana.

E, uma vez dentro de um atum ou de um salmão, adivinha onde essas substâncias químicas vão parar: na sua mesa. Ou seja, quanto mais invisível a poluição, maior a probabilidade que ela acabe dentro de nós. E há provas crescentes e perturbadoras de que estamos ingerindo permanentemente componentes tóxicos de plástico, que mesmo em pequenas doses podem causar problemas à saúde. Comemos, bebemos, respiramos plásticos sem saber. (CASEI, 2007, p. 89, grifo nosso)

Enfatizam, em certa medida, a dicotomia entre meio ambiente e sociedade, auxiliando na permanência da visão naturalista e simplista sobre esse meio ambiente, em que a natureza é algo distante dos seres humanos: “[...] além de prejudiciais ao meio ambiente, suspeita-se que o plástico possa fazer mal também a você” (CASEI, 2007, p. 91).

Entre tantos fatores negativos, o professor ainda tem a opção de utilizar o texto, desde que não deixe passar os aspectos apontados.

Casei (2007) ainda traz um aspecto não abordado anteriormente pelo professor P1 de que existe, a partir da perspectiva do “verde”, a possibilidade da prevenção dos problemas ambientais, propondo a eliminação da utilização de produtos tóxicos e o apoio de produtos que possam ser reutilizáveis. É uma maneira de pensar que se aproxima do que defende a QV, excluindo a possibilidade de problemas ambientais antes mesmo da produção do produto, com foco já na produção industrial, abrangendo a “ecologia industrial” e o “*design* de produtos” (MACHADO, 2011, p. 538).

A constatação é deprimente, mas há vislumbres de esperança no horizonte. O arquiteto de *designer* ‘verde’ americano Willian McDonough se tornou uma voz influente não apenas nos círculos ambientalistas mas também entre os 500 maiores executivos de todo o mundo listados pela revista americana Fortune. McDonough propõe um padrão conhecido como de “berço a berço”, no qual todo produto manufaturado deve ser reutilizável e livre de produtos químicos tóxicos. (CASEI, 2007, p. 91, grifo nosso)

Contudo, é possível perceber que a perspectiva apresentada como uma proposta de esperança é, pelo próprio autor, criticada, pois Casei (2007) defende que economicamente a produção do plástico novo é mais barata do que o investimento em sua reutilização/reciclagem, assim como nem sempre se reduz a produção de plástico ao reciclá-lo. Portanto, há uma contradição de ideias no texto da revista não explorada pelo professor P1.

Por fim, Casei (2007) deixa de apostar em novas maneiras de nos relacionarmos com os produtos dos quais precisamos e assume outra maneira de encarar o problema, creditando toda a responsabilidade de resolução dos problemas no triunfo da consciência que, de maneira simplista, coloca no conhecimento de todos sobre os problemas e na tomada de consciência de alguns culpados desconhecidos, a responsabilidade de reverter este cenário:

Nenhum dos problemas relativos ao plástico pode ser resolvido da noite para o dia, mas quanto mais aprendermos sobre o assunto, maior a

probabilidade de que mais cedo ou mais tarde a consciência triunfará sobre a conveniência. (CASEI, 2007, p. 91)

No caso do professor P2, o material escolhido para as aulas foram em vídeo: dois deles possuem discursos diferentes entre si. Todavia, como veremos, ambas as escolhas, mesmo que possuam ideias diferentes, compõem a maneira de pensar desse professor, tendo visto seus comentários durante as aulas, afirmando concordar com cada um.

O primeiro material escolhido é, na realidade, um conjunto de três vídeos de curta duração que fazem parte de uma coleção desenvolvida pela Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação, sob os títulos: “nº2. Águas do Brasil”, “nº18. Reservas hídricas do Brasil” e “nº20. Água fonte de vida”. Esse conjunto de vídeos apresenta o panorama brasileiro, retratando a abundância de água no País por meio de imagens de uma natureza intocada e generosa, guardando a mensagem de que moramos em uma região privilegiada, que **merece muita atenção e cuidado**. O professor P2 utiliza o vídeo para demonstrar o quanto somos beneficiados e questiona se não é contraditório nós morarmos em um lugar abundante em água e nos preocuparmos com a sua falta.

O professor P2 defende, durante sua aula, que não adianta a abundância de água se esta não está limpa para consumo, entrando no assunto da reciclagem para evitar a poluição e a reutilização da água para evitar o desperdício. Ainda comentando sobre o desperdício, acusa pessoas que lavam calçadas e carros e deixam a mangueira aberta enquanto não utilizam a água. Finalizando, pede para que os estudantes guardem uma única palavra: “contradição” (registro de observação), parecendo tentar aproximar-se de uma compreensão problematizadora, como sugeriu em seu plano de aula.

Destacando as palavras reciclagem, reutilização e desperdício, podemos inferir uma aproximação da ideia sustentada pela QV. Sabemos que estamos falando da água, mas propondo uma aproximação, Tundo (2006) define como uma das ações para a QV a utilização de matérias-primas alternativas, em um contexto da Química Orgânica, por serem renováveis ou recicláveis, diminuindo a toxicidade e a formação de resíduos no processo, evitando em um sistema produtivo o desperdício e a poluição. Objetivo que pode ser transposto ao assunto água. Contudo, o professor P2 apresenta uma segunda compreensão que difere da qual é salientada pela QV, destacando a atenção e o cuidado com a água, assim como a preocupação com seu o



estado límpido, aproximando-se do discurso (biológico) do professor P1.

O outro vídeo selecionado pelo professor P2 é o vídeo que está disponível *on-line* desde 2007, produzido pela atual organização não governamental *The Story of Stuff Project*, que teve mais de 15 milhões de visualizações, sendo um dos vídeos *on-line* sobre a temática ambiental mais assistido. Segundo o *site* da Organização, este e outros vídeos produzidos possuem entre o público-alvo os professores de escolas. O vídeo “A história das coisas” tem uma abordagem interessante, pois mostra a atenção dada ao processo de produção e à necessidade de um novo *design*, desde a exploração da matéria-prima até o destino final, contribuindo para que não existam impactos ambientais (STORY OF STUFF, 2012).

Esse vídeo traz a denúncia da exploração de trabalhadores de países não desenvolvidos e das desigualdades entre países; apresenta de maneira didática o poder das grandes organizações e os interesses dos governos; critica a manutenção da sociedade de consumo e apresenta uma maneira mais sistêmica de ver o mundo, para além do recado de preservação do meio ambiente. É um vídeo interessante e que poderia ser mais discutido em sala de aula, associando-o às preocupações em se fazer uma QV, ressaltando o aspecto da prevenção. Porém, o vídeo foi menos comentado que o conjunto de vídeos anteriores, sendo praticamente encoberto pela ênfase que o professor P2 deu aos demais.

*“Bom, o objetivo que eu passei isso daqui pra vocês é pra vocês pararem um pouquinho, pensarem em tudo aquilo que a gente viu desde o início, que a gente conversou, tá. A relação daquele filme ali, que vocês viram [interrupção] A falta de água, ‘Uma Carta de 2070’, ele é bem contraditório com aqueles vídeos que a gente assistiu em relação a quantidade de água que nós temos no Brasil, né?! Então assim ó, vamos pensar um pouquinho em cima disso, o assunto que a gente tá trabalhando né, soluções [...]”* (P2, registro de observação, grifo nosso)

O terceiro vídeo selecionado por P2 também foi bastante comentado na internet. É um vídeo com a narração da carta publicada na Revista Biografia (Chile) em abril de 2002, com o título “*Crónica de Los Tiempos*”, de autor desconhecido. Identificada como “A Carta de 2070”, é um relato desesperado de um homem que vive em 2070, ano em que as condições de vida não são mais possíveis devido à escassez

de água no Planeta. A narração descreve um cenário catastrófico e exalta o apelo à valorização da água por meio do cuidado com a poluição e o desperdício, muito comum nas mídias de grande circulação.

Já o professor P3 escolheu dois vídeos disponíveis na internet. O primeiro com a música do Guilherme Arantes, intitulada “Planeta Água”, ilustrado com imagens concordantes com a letra da música. Esse vídeo demonstra a abundância de água no Planeta por meio de imagens da natureza. O professor P3 relatou ter selecionado o vídeo por acreditar que a música possui uma letra muito interessante para fazer com que os estudantes “[...] pensem a respeito da importância da água, da preservação e da sustentabilidade”. O segundo vídeo, “Química para um mundo melhor – Sustentabilidade: preservação da água”, é um trabalho realizado por um estudante da Escola Luterana de Ensino Médio de São Mateus (São Paulo). Um vídeo na qual encontramos mais uma vez a descrição dos hábitos que devemos ter para a economia da água. O diferencial do vídeo é a apresentação de uma proposta de sistema de reaproveitamento da água da chuva instalado em uma casa. Entretanto, no dia da aula, o professor P3 – que não possui intimidade com o uso da internet – não fez o *download* dos vídeos, chegando à escola contando com o funcionamento da internet e com o apoio dos estudantes para encontrar os vídeos previamente escolhidos. Diante do acontecido, este professor não conseguiu acesso aos vídeos para ministrar sua aula, selecionando um vídeo qualquer, que também apresentava imagens e uma música de fundo, mas por ser escolhido no momento da aula não foi possível incluir o vídeo nesta nossa análise.

Com relação ao uso do LD utilizado pela escola para a disciplina Química, trata-se do livro da Martha Reis, o qual o professor P3 tem o costume de utilizar. O texto comentado em sala de aula foi sobre oxigênio e ozônio e está entre as páginas 92 a 96 da Unidade 2, do primeiro volume. O texto é uma coletânea de reportagens retiradas da internet (do ano de 2009) que tratam especificamente da relação entre gases oxigênio e ozônio e a poluição atmosférica. O LD foi organizado de maneira a deixar para os professores a realização da discussão das reportagens; a sessão “Explorando os textos”, que acompanha as reportagens, se refere exclusivamente ao conteúdo químico. O professor P3 solicita a leitura e uma redação com as ideias principais das reportagens, sem debatê-las em sala de aula, o que pode contribuir para a não superação de visões de senso comum que os estudantes possam ter.

Finalmente, o referido professor fez a leitura de um texto de sua autoria; relatou ter escrito especialmente para a aula que seria gravada, para evitar cometer erros.

*“E agora eu faço a minha fala sobre Água: Sustentabilidade. Conscientizar os alunos da necessidade de mudança de todas as atitudes dos cidadãos em relação aos cuidados com o meio ambiente. Preservar a natureza. Somos responsáveis pelos danos causados à natureza, descartamos os resíduos sem selecioná-los de toneladas de lixo de alimentos são descartados nos lixões, contaminando o lençol freático e assoreando os rios. Indústrias preocupadas apenas com o seu lucro para sobreviver, sem preocupação com os dejetos que são lançados nos solos, nos rios e mares. Esgotos não tratados por órgãos responsáveis lançados aos rios e mares contaminando a água que é fundamental para a sobrevivência do ser vivo. Gases emitidos na atmosfera, como por exemplo, o SO<sub>2</sub> já atingira a camada de ozônio, protetora da Terra, causando sérios danos. Desmatamento desenfreado a fim de produzir o papel e outros produtos. Queimadas com emissão de CO<sub>2</sub> à atmosfera causando o rompimento da camada de ozônio e sendo assim essa camada não filtrará os raios solares causando o aquecimento global. Então nós precisamos realmente tomar, mudar de atitude, tomar, começar a mudar nosso comportamento, se nós não mudarmos nós ficaremos sem sustentabilidade, ou seja, sem água. Sem água não teremos mais alimentos, não teremos mais como sobreviver, tá, então termina com a vida no planeta. Nós vamos conscientizar na verdade (pausa). Eu conscientizar (pausa). Obrigação minha fazer a conscientização das pessoas próximas da minha casa, da minha família, próximos a minha casa, né? Meus amigos (pausa). Ah, mas eu não quero saber disso! Não! Só um pouquinho, me escuta! Tu precisa fazer, tu [?] e faz! Quais [?] que nós teremos que nos preocupar imediatamente? Primeira coisa, lá dentro de casa, selecionar nosso lixo. Para que essas pessoas lá fora possam reutilizar. Quem são essas pessoas? Pessoas que precisam deste material para produzir outros materiais e conseguirem sobreviver. E*

assim eu estarei colaborando com? Com a sócio (pausa). Com a nossa sociedade, ou seja, aquela que necessita de melhores condições, né gente, pra viver. Tá, nós estaremos também fazendo a nossa parte com o outro, com o nosso colega, com o nosso amigo, ou seja, com a nossa cidade. Ele vai reciclar, ele vai reutilizar, vai ter uma outra renda, vai poder ter de repente educação para dar para os filhos ir para a escola também terem educação e assim termos um mundo melhor.” (P3, registro de observação, grifo nosso)

O texto do professor P3 é uma interessante iniciativa, ainda que traga e algumas ideias bastante confusas e que, em certo modo, confirmam a sua maneira de pensar o assunto. Muitas ideias expressas no texto são aquelas frequentemente difundidas na mídia em geral, como: a preocupação com os problemas gerados pela indústria; a emissão de poluentes nos diferentes compartimentos ambientais; o aquecimento global e a preservação da natureza para a sobrevivência dos seres vivos. Contudo, percebe-se que busca, mas com certa superficialidade, relacionar as situações em que os problemas acontecem com alguns aspectos do conhecimento químico.

Em uma reunião, anterior ao acompanhamento das aulas, o professor P3 utilizou as palavras “química + meio ambiente + sustentabilidade” para encontrar informações que lhe auxiliassem no preparo da aula, abrindo aleatoriamente uma página da internet<sup>23</sup>, a qual comentou que era muito interessante e a incluiu como página de referência, com pouca leitura e pouco critério de seleção da informação. Outros sites foram citados como referências pelos professores P4 e P5, como relaciona o quadro 4, a seguir.

---

<sup>23</sup> Página acessada pelo professor P3:

<<http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/a-quimica-a-materia-e-a-sustentabilidade/24230/>>.

Professor	Site acessado
P4	< <a href="http://comerviver.blogs.sapo.mz/tag/%C3%A1gua+pot%C3%A1vel">http://comerviver.blogs.sapo.mz/tag/%C3%A1gua+pot%C3%A1vel</a> >
	< <a href="http://digitalaccessoria.blogspot.com.br/2012/05/sustentabilidade-agricultura-organica.html">http://digitalaccessoria.blogspot.com.br/2012/05/sustentabilidade-agricultura-organica.html</a> >
	< <a href="http://www.farmacia.ufmg.br/agua/informe.htm">http://www.farmacia.ufmg.br/agua/informe.htm</a> >
	< <a href="http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/basico/ciclo/default.htm">http://www.sabesp.com.br/sabesp_ensina/basico/ciclo/default.htm</a> >
	< <a href="http://www.sustentabilidade.org.br/conteudos_sust.asp?categ=4">http://www.sustentabilidade.org.br/conteudos_sust.asp?categ=4</a> >
P5	< <a href="http://pt.wikipedia.org/wiki/petr%C3%B3leo">http://pt.wikipedia.org/wiki/petr%C3%B3leo</a> >
	< <a href="http://www.brasilecola.com/geografia/petroleo.htm">http://www.brasilecola.com/geografia/petroleo.htm</a> >
	< <a href="http://www.algosobre.com.br/quimica/petroleo.htm">http://www.algosobre.com.br/quimica/petroleo.htm</a> >

Quadro 4 – *Sites* citados pelos professores P4 e P5.

Fonte: Elaborado pela autora.

Outros professores comentaram que utilizam a internet como ferramenta de pesquisa, mas não explicitaram quais *sites* costumam acessar. Salientamos que o problema não está no uso da internet, mas na maneira como as informações são apresentadas em aula. Não são discutidas e nem questionadas, são apenas repassadas e expostas aos estudantes. São informações em excesso, transmitidas sem discussão ou problematização, que se suspeita serem “absorvidas” pelos professores da mesma maneira que o serão pelos estudantes, isto é, apenas uma reprodução de ideias, descaracterizando até mesmo o ato educativo. Este resultado se aproxima do que sugerem Gouveia, Oliveira e Quadros (2009), já comentado no terceiro capítulo, quando trazem que os conhecimentos dos estudantes do Ensino Médio não superam o que a mídia não especializada divulga.

De modo geral, tanto o professor P2 como o professor P3 referiram-se à reciclagem e à reutilização, isto poderia ser interpretado como em aproximação a uma visão mais próxima de alguns dos princípios apreendidos pela QV. Contudo, analisando o contexto em que as palavras emergiram na fala do professor P3, podemos dizer que esta compreensão está muito mais próxima das ideias de senso comum de reciclagem e reutilização, pois tem um sentido de comportamento e atitudes, pouco vinculadas ou relacionadas à Química.

Por outro lado, diferente dos demais, o professor P3 parece ser mais próximo de uma versão tradicional do ensino, em que a memorização está mais presente, isso porque enfatiza durante a aula frases feitas e repetidas, as quais faz com que os estudantes repitam. Pareceu que os estudantes haviam ensaiado em aulas anteriores as respostas que iriam dar às perguntas realizadas durante as aulas observadas, como se aquele cenário de estudantes em silêncio e

respondendo de maneira correta fosse o cenário perfeito de realização das aulas.

Já o professor P4 utiliza uma apresentação de *slides* de autoria própria, com dois eixos de discussão, sendo um visivelmente relacionado ao conteúdo de Química e outro voltado para a abordagem da poluição das águas, segmentando, assim, o conteúdo da Química e do meio ambiente. O professor, em seu plano de aula, listou as referências que utilizou para a elaboração do material, mas para que a análise não fique cansativa, devido à presença de repetições de ideias já apresentadas anteriormente, relacionamos os itens que caracterizam os materiais utilizados pelo professor P4.

- Pouca ou nenhuma participação dos estudantes durante a aula expositiva.
- Relação da disciplina Química com a água a partir da estrutura da matéria.
- Comentário sobre a composição do corpo humano e a importância da água para o seu bom funcionamento.
- Apresentação da distribuição da água no Planeta.
- Apresentação da dinâmica de dispersão de poluentes em meio aquático.
- Definição de poluição em suas diferentes formas (química, física e biológica).
- Apresentação do rol dos principais poluentes.
- Produção de texto pelos estudantes com as ideias principais apresentadas e uma pesquisa sobre Rio +20 em relação à água sem discussão anterior ou posterior.

Nesse sentido, esse professor não se distanciou ou se diferenciou do que apresentaram os outros professores, utilizando a internet para construir sua aula e apresentando o conteúdo selecionado aliado a um assunto (poluição da água).

O professor P5 se limitou a uma apresentação sobre o petróleo, composta por fragmentos de textos retirados da internet e a reprodução dos conteúdos contidos nos *sites*. Acabou por deixar nas mãos dos estudantes buscarem os tipos de desastres ambientais relacionados ao petróleo, suas consequências e a relação deste assunto com os combustíveis alternativos. Ao final das apresentações dos trabalhos dos estudantes, o professor P5 criticou a maneira como apresentaram, prendendo-se à leitura, com excesso de informação baseada em cópias

da internet. A questão que fica é: com quem os estudantes deveriam aprender a fazer de maneira diferente a atividade proposta?

O professor P6 havia sugerido a apresentação de trabalhos em grupos com temas distintos, se propondo a realizar uma aula expositiva que antecederesse o grupo responsável por falar sobre o tema água. Os imprevistos de sua rotina impediram que fizesse tal apresentação, substituindo seu tempo de aula pela reapresentação, resumida, dos demais grupos. Porém, o professor P6 orientou a produção dos trabalhos, que são resultado, portanto, de sua interferência durante o processo de pesquisa. O grupo de estudantes responsáveis pelo assunto água comentou tradicionalmente sobre a distribuição de água doce no planeta, a vantagem do Brasil em relação aos outros países devido à quantidade e de água existente em suas terras e desviou a discussão para a questão energética, abordando a polêmica da construção da Usina de Belo Monte. Esse professor citou um documentário que teria assistido com a turma do período da noite e sugeriu aos estudantes da manhã que procurassem o vídeo na internet e o assistissem. Durante a apresentação, o professor comentou o entendimento dos diferentes interesses que envolviam a construção da hidrelétrica e os custos ambientais e sociais envolvidos, realizando, pela primeira vez nesta pesquisa, ainda que por meio da apresentação dos estudantes, contribuições significativas às controvérsias existentes à situação, não reduzindo toda a situação ao alagamento da área e à perda da diversidade biológica, diferenciando-se dos demais professores no que se refere à prática de ensino e ao tipo de abordagem sobre questões de meio ambiente.

Pudemos perceber que a variedade de materiais utilizados não significa qualidade nas aulas dos professores, mas demonstrou que, quanto maior a quantidade dos recursos presentes, maior a busca dos professores em diversificar as aulas. Contudo, compreendemos a abordagem propiciada pelo professor P6 como sendo a mais completa entre os professores pesquisados, particularmente no que tange a abordagem do meio ambiente. Também conseguimos notar que não há necessidade de grandes recursos para a exposição, compreensão e problematização/reflexão das questões ligadas ao meio ambiente.

Todavia, os materiais de apoio estão muito concentrados no uso “desmedido” da internet que, quando mal utilizada, acaba por não diferenciar a pesquisa de um estudante ou de um professor, ficando as ideias sobre os problemas ambientais mal compreendidas e fortemente apoiadas na reprodução dessas ideias e em soluções muitas vezes reducionistas dos problemas ambientais, como as mudanças de atitude/comportamento. A internet, portanto, constitui um grande

difusor e formador do senso comum nesta disciplina, isto é, a “fonte inspiradora” para professores e alunos em relação a esse assunto.

Por outro lado, esse uso “desmedido” da internet aponta para o fato de outros materiais didáticos e/ou informativos de apoio não serem suficientes (elaboração e disponibilidade) para a abordagem satisfatória dos problemas ambientais nas escolas. Isso, claro, traz implicações aos professores, que sabem que devem fazer uma proposta de aula diferenciada para a abordagem do assunto meio ambiente, mas não dispõem de apoio material. Acreditamos que os materiais didáticos devem servir de apoio para as apresentações, mas fundamentalmente para expor as ideias controversas que envolvem este assunto. São essas controvérsias que aumentariam a possibilidade da problematização das condições sociais e históricas que se encontram os indivíduos em/com o seu habitat, na busca da superação de problemas (FREIRE, 2012).

Também são materiais que, contraditoriamente, podem ser encontrados na internet, mas por alguma razão não estão sendo acessados pelos professores.

Por fim, a figura 5, apresentada a seguir, foi elaborada por nós para sintetizar a visão sobre a circulação de ideias que construímos a partir dos dados levantados pela pesquisa entre os mais importantes coletivos de pensamento desta, apresentados esquematicamente no terceiro capítulo. Caracterizamos como trânsito de ideias o fluxo de direção única, diferindo da circulação de ideias proposta por Fleck (2010), em que ambos os coletivos se influenciam, para dar maior destaque para as relações encontradas.



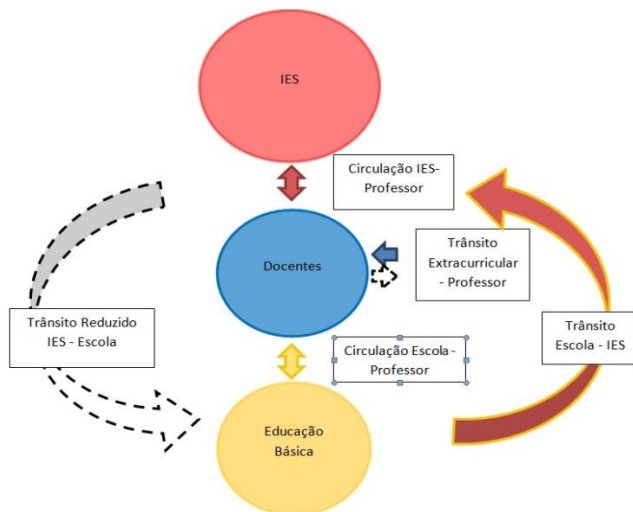


Figura 5 – Síntese da circulação de ideias entre os diferentes coletivos de pensamentos

Fonte: Elaborada pela autora.

\*A figura representa a circulação de ideias que identificamos no decorrer do desenvolvimento do trabalho. Flechas pontilhadas e sem cor representam o trânsito pouco significativo ou não percebido no estudo. As flechas coloridas representam a identificação do trânsito/circulação de ideias que ocorrem devido ao contato entre pessoas de diferentes círculos em cursos de formação ou formação continuada ou mesmo por meio da produção de materiais que são divulgados entre os círculos ou na participação de uma só pessoa de mais de um coletivo; a direção das flechas indica o sentido em que a circulação é realizada; flechas de duplo sentido representam a circulação de ideias, que deveria ser percebida em outros sentidos e coletivos.

### 6.3 INFLUÊNCIA DE CONDICIONANTES HISTÓRICOS NA EVOLUÇÃO DAS COMPREENSÕES DOS PROFESSORES SOBRE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

As compreensões dos professores sobre Samb não apareceram facilmente em seus planos de ensino/aula ou, ainda, em suas aulas. Compreendemos que isso ocorra devido à discussão que apresentamos no segundo capítulo, sobre as dificuldades de compreensão dessa expressão/conceito e, por isso, acreditamos que ainda não tenha alcançado um consenso de significado no meio social e acadêmico. No

tocante a este argumento, tivemos a pretensão de incentivar os professores a demonstrarem suas opiniões e a levá-los a encararem o desafio de formularem uma compreensão sobre SAmb, afinal todos aceitaram abordar a Sustentabilidade Ambiental em suas aulas, logo, presumimos que possuem uma opinião sobre o assunto ou uma definição para esta expressão/conceito.

O grupo de perguntas que encerrou a entrevista teve como propósito verificar como os professores definem Sustentabilidade Ambiental e como a percebem (em relação aos objetivos e à possibilidade de concretização), já que isso não foi claramente percebido em aula.

O professor P2 preferiu não definir a SAmb:

*“Sustentabilidade ambiental é outro assunto também que eu precisaria estar lendo mais alguma coisa para [...]. Porque assim, ó, sustentabilidade é hoje um outro assunto que está na moda. Né? Então a gente tem que ter uma coerência para estar falando a respeito, então (pausa). É, eu estou com um monte de coisa na cabeça, bem complexo, é um assunto bem complexo (pausa). Ah, eu não saberia assim te dar uma resposta, definir assim [...]” (P2)*

A sua resposta, no entanto, indica o cuidado com o tratamento de uma possível definição, sendo cauteloso, talvez, por temer realizar alguma incoerência em seus argumentos. Os outros professores também se demonstraram apreensivos na apresentação de uma definição, mas arriscaram uma resposta, como mostram os fragmentos que exprimem a totalidade de suas respostas e argumentos sobre a SAmb.

*“Seria a ação do homem (pausa). Que faria com que processos químicos, biológicos seriam menos afetados possíveis, né.” (P1, grifo nosso)*

*“Sustentabilidade ambiental, nós mantermos a vida no planeta.” (P3, grifo nosso)*

*“[...] mas Sustentabilidade eu entendo que seja assim, sejam ações, ou até mesmo conscientizar mais para tentar evitar ou diminuir o problema da (pausa). De causar mais mal ao meio ambiente.” (P4, grifo nosso)*

*“Definição é tu conseguir crescer junto com o ambiente. O que aconteceu muito antigamente era o ambiente se adaptar a ti [o homem adaptava o ambiente às suas necessidades], hoje em dia você não pode crescer e esquecer o ambiente [...]. Não tem como isso, porque acaba faltando de um lado e sobrando de outro, os dois têm que crescer de uma maneira [...] digamos, juntos, senão não da certo, né.” (P5, grifo nosso)*

*“Seria (pausa) não agredir a natureza e retirar aquilo que ela produz sem (pausa) [...] Mas seria assim, retirar aquilo que ela [natureza] permite e não mais do que aquilo, entendeu? Aquilo que ela pode estar de alguma forma (pausa). A água que pode ser renovada, ou (pausa). árvores que a gente pode estar plantando, que tem lugar que tem (pausa). Né? Mas alguma coisa assim (pausa). Pergunta: No sentido de repor o que está se tirando? Não se tirar mais do que a natureza está ali, ofertando? Professora: Isso. É, isso.” (P6, grifo nosso)*

A diversidade de interpretações para a compreensão da SAmb entre os professores pode ser entendida, mediante a referência teórica em Fleck (2010), como o desenvolvimento do conhecimento sobre SAmb. Ou seja, por considerar a SAmb uma expressão/conceito em construção, reportamos as variações nas definições devido às diferenças resultantes de grupos distintos ou à coexistência de diferentes definições históricas em uma mesma época (FLECK, 2010).

Grifamos, nas definições dos professores, palavras ou frases que nos oferecem meios de qualificá-las de maneiras distintas, conforme apresentamos no quadro 5, por meio de uma palavra-chave que caracteriza uma compreensão, a descrição inicial para cada compreensão, acompanhadas dos fragmentos das entrevistas que nos levaram a tais interpretações.

Palavra-chave	Descrição inicial	Fragmento da Entrevista
Sobrevivência	Manutenção da vida no planeta; cuidado e preservação do meio ambiente	“ <u>Sustentabilidade ambiental, nós mantermos a vida no planeta.</u> ” (P3, grifo nosso)
Equilíbrio	Manutenção de um equilíbrio por meio do acompanhamento dos limites da natureza, possibilitando seu reestabelecimento.	“ <u>Definição é tu conseguir crescer junto com o ambiente [...] porque acaba faltando de um lado e sobrando de outro, os dois têm que crescer de uma maneira [...] digamos, juntos, senão não da certo, né.</u> ” (P5, grifo nosso)
		“ <u>Seria (pausa). Não agredir a natureza e retirar aquilo que ela produz sem (pausa) [...] Mas seria assim, retirar aquilo que ela [natureza] permite e não mais do que aquilo, entendeu?</u> ” (P6, grifo nosso)
Prevenção	Propósito de evitar ou diminuir os problemas ambientais.	“ <u>Seria a ação do homem (pausa). Que faria com que processos químicos, biológicos seriam menos afetados possíveis, né.</u> ” (P1, grifo nosso)
		“ <u>[...] mas Sustentabilidade eu entendo que seja assim, sejam ações, ou até mesmo conscientizar mais para tentar evitar ou diminuir o problema da (pausa). De causar mais mal ao meio ambiente.</u> ” (P4, grifo nosso)

Quadro 5 – Definições das compreensões sobre SAmb extraídas dos fragmentos das entrevistas.

Fonte: Elaborado pela autora.

### 6.3.1 A Compreensão da Sustentabilidade Ambiental como Sobrevivência

Em princípio, relacionamos a categoria de Sobrevivência aos primórdios do DS que apresenta já em 1713, quando houve a preocupação com esgotamento de matérias-primas, resultando no seu emprego cuidadoso para garantir o abastecimento futuro – proposta que, segundo Machado (2010), teria subsidiado o atual conceito de DS<sup>24</sup>.

<sup>24</sup>“aquele que atende às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender suas próprias necessidades” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p.8).

Nesse sentido, caracterizamos esta compreensão pela proteção, pelo cuidado dos recursos naturais e pela preocupação com o futuro, como uma maneira de ilustrar a Sobrevivência.

Em seguida, desmembramos a compreensão interpretada como Sobrevivência em duas distintas compreensões que denominamos como compreensão sobre SAmb, a Resistência ao Modelo Industrial e a Necessidade Biológica (figura 6).

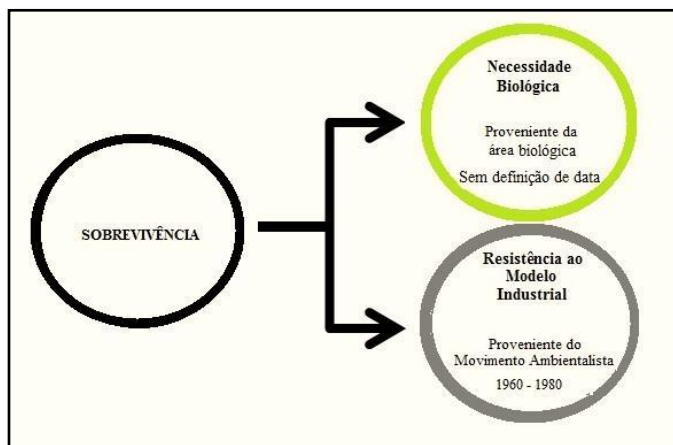


Figura 6 – Representação do desmembramento da compreensão sobre SAmb como sobrevivência.

Fonte: Elaborada pela autora.

Supondo que cada circunferência seja uma maneira de pensar, estabelecemos seus limites e as cores, cada uma decorrente de um tempo histórico específico, de origens distintas, mas que interferem na maneira de pensar das pessoas com mais ou menos intensidade, dependendo da sua vida escolar, acadêmica e/ou extracurricular, e por isso podem ser representações/expressões de modos de pensar comuns.

A Necessidade Biológica, podemos relacionar vulgarmente com a área do conhecimento vinculada à medicina ou à biologia, mas, se guiados por ela, só podemos ver uma versão reduzida do meio ambiente na qual somos seres vivos que somente necessitamos de água para manter e regular as funções do organismo.

Esse desmembramento foi realizado devido à característica dos fragmentos de P3 não apresentarem a mesma intenção dos demais professores, como nota-se na discussão subsequente.

O desenvolvimento da “consciência ecológica coletiva” que toma corpo em meados de 1960, quando as consequências sobre o meio ambiente do mundo industrializado começam a ser irradiadas globalmente (ver capítulo 2) e em que começa haver um “despertar” para os problemas ambientais que anteriormente, embora relevantes, não foram suficientes para a mobilização social (MONTIBELLER-FILHO, 2008). Esse momento histórico, relembramos, destacou-se com a publicação do livro “Primavera silenciosa” (CARSON, 1969) e do “Relatório Meadows”, publicado em 1972, que denunciaram o movimento econômico que se fortalecia, anteriores, portanto, à publicação do Relatório Brundtland, em 1987, e da ampla divulgação do DS (MORAES, 2009).

A formação do professor P3 está justamente inserida nesse contexto (encerramento em 1978), revelando outras possibilidades de interpretação ainda mais interessantes. Layrargues (1998), autor que trazemos para explorar melhor o período relacionado à formação do professor P3, auxiliou no entendimento desta compreensão. O autor afirma que, entre os anos de 1960 e 1980, ocorreu no Brasil a ampliação do setor industrial com a presença de transnacionais, o que favoreceu o desenvolvimento econômico mas que, por outro lado, não poupou a qualidade do ar, da água e do solo das comunidades próximas a estes polos industriais instalados. Concluindo, a repercussão das consequências sociais e ambientais da poluição causada, muito provavelmente instigada por um movimento internacional de preocupação ambiental, desencadeou a reação em oposição à industrialização, para o caso deste professor (LAYRARGUES, 1998).

O professor P3, em relação aos outros professores, manifestou insistentemente um julgamento negativo sobre as indústrias (fragmentos a seguir), que já havia nos chamado atenção e se faz mais claro por meio desta interpretação, auxiliando a reforçar a aproximação da origem da compreensão de P3 desse momento histórico.

*“[...] As indústrias, não têm vigilância, não tem ninguém que vai na indústria fazer uma vistoria, poucas cidades, a gente pode contar nos dedos quem tem esse controle e a indústria joga no rio, é mais barato, né.*

*Então o que eu tenho que fazer? Se eu tenho uma indústria e estou produzindo (pausa). Sei lá, papel! [...] então assim ó, se tiver cuidado na produção do papel, onde tu não vá usar tantas substâncias tóxicas que tem na linha de*

*produção do papel, tu já começa eliminando um dos problemas, né.[...] Depois na utilização de papel também, né, usar o que realmente tu precisa para também não produzir substâncias tóxicas deste tipo aí, eu acho que é isso. Acho que todas as indústrias e todas as pessoas que vão produzir alguma coisa, seja no laboratório, pensar uma maneira de poluir menos.  
[...] as indústrias de novo né, não emitindo os esgotos e os gases poluentes.” (P3, grifo nosso)*

Segundo Layrargues (1998),

Dessa forma, durante esse período, meio ambiente e desenvolvimento, unidos como duas faces de uma mesma moeda, foram de imediato considerados como duas realidades antagônicas, não complementares. Acreditava-se, a partir das teorias econômicas em voga, que para haver o crescimento da economia – interpretado como sinônimo de desenvolvimento – seria necessário poluir, não havia outra saída. (LAYRARGUES, 1998, p. 24)

Compreendemos que o posicionamento do professor P3, mais severo em relação às indústrias, é proveniente do contexto histórico em que se formou (e que viveu), distinguindo a compreensão deste professor dos demais professores mais jovens, mesmo que, segundo Layrargues (1998), esta maneira de pensar tenha sido dominante até o início de 1990. Essa maneira de pensar não revela apenas o posicionamento antagônico ao desenvolvimento, mas torna a questão da sobrevivência menos superficial do que pareceu na frase dita pelo professor P3 inicialmente pois, no contexto daquele momento histórico, as empresas transnacionais utilizavam os recursos naturais brasileiros sem medir consequências da extração em larga escala e tampouco tinham a preocupação com a poluição gerada em seus processos de produção. O movimento popular foi um modelo de Resistência ao Modelo Industrial, ao poder das grandes empresas, e teve papel significativo para a tomada de decisões favoráveis ao meio ambiente e na proteção e no cuidado da natureza (LAYRARGUES, 1998).

Esse posicionamento difere, por exemplo, da maneira como o professor P1 se expressa ao comentar a questão da abordagem de assuntos ambientais em sala de aula.

*“E também porque a água é (pausa). É vida, né. Sem a água (pausa). Nós somos 70% água né, então a água é (pausa). Eu sobrevivo o que, quatro ou cinco dias sem água. É um assunto muito rico, né, a água. Também da para fazer com que os alunos vejam a importância de preservar a água, né.” (P1)*

A questão ressaltada por P1 é uma preocupação com a Necessidade Biológica que temos da água para nos mantermos vivos, o que se aproxima da proposta inicial que imaginamos para a fala de P3, quem também compartilha desta maneira de pensar (mas não somente):

*“[...] se nós não mudarmos, ficaremos sim sem Sustentabilidade, ou seja, sem água. Sem água não teremos mais alimentos, não teremos mais como sobreviver, tá, então termina com a vida no planeta.” (P3, registro de observação)*

Maneira que se materializa também na fala dos demais professores, principalmente na prática docente, como, por exemplo, por meio do vídeo “Carta 2070”, utilizado pelo professor P2, que também destacou em seu plano de aula a relevância de conscientizar os estudantes sobre a importância da água para a vida.

A figura 7 ilustra a abordagem, em sala de aula, do professor P4.



*“Então, algumas funções que a água exerce no nosso organismo, porque ela também é importante. Então a gente pode entender a importância que ela tem no nosso organismo. Então, por exemplo, ela vai regular a temperatura corporal. Então é uma das... faz... grande parte do nosso corpo é formado por água e ela ajuda nós a regular a temperatura do corpo que gira em torno de 36 a 37°C, então ela ajuda a manter essa temperatura constante.”*

Figura 7 – Material utilizado na aula de P4 acompanhado da fala do professor em sala.

Fonte: Elaborada pela autora.



### 6.3.2 A compreensão da Sustentabilidade Ambiental como equilíbrio

A publicação do Relatório Brundtland, em 1987, passou a ter sentido como contexto da segunda compreensão sobre SAmb, na qual destacamos a palavra **equilíbrio** (figura 8).



Figura 8 – Diferença entre a compreensão sobre SAmb como Resistência ao Modelo Industrial e como equilíbrio.

Fonte: Elaborada pela autora.

A compreensão como Resistência ao Modelo Industrial, vinculamos a um movimento social (ambientalista) que se opôs à industrialização imprudente entre os anos de 1960 a 1980; essa compreensão permite a crítica/reflexão sobre o *modus operandi* político-econômico que não está sendo satisfatório. Diferentemente da compreensão como Equilíbrio, baseada no DS (após a publicação do Relatório Brundtland), que presumimos ser o oposto da compreensão como Resistência ao Modelo Industrial por encobrir os problemas provenientes do sistema capitalista, impondo a necessidade de consumo e propagando o mito sobre a dependência da tecnologia.

Como relatamos anteriormente, segundo Machado (2010), é possível preconizar uma compreensão de DS já no início do século XVIII, que parece dar origem ao conceito de DS presente no Relatório Brundtland (publicado em 1987).

Esta situação local de crescente insuficiência [de matéria-prima] implicou que von Carlowitz atentasse nas florestas como algo que era necessário gerir para poder produzir continuamente madeira – já não se podia abater as árvores a eito para suprir as necessidades do presente, era fundamental ir deixando algumas para crescer e satisfazer as necessidades futuras. Por isso, postulou o princípio do crescimento sustentável – mais precisamente, traduziu esta sua nova postura pela seguinte frase ‘usar a floresta cuidadosamente de modo a obter equilíbrio entre o crescimento e o uso da madeira’. (MACHADO, 2010, p. 19)

O excerto que damos ênfase demonstra a interpretação de Equilíbrio que fizemos dos fragmentos de falas dos professores P5 e P6, em que existe o interesse de gerir os recursos naturais para que não sejam exauridos, mantendo o equilíbrio entre a taxa de extração de recursos e a taxa de recuperação da natureza.

O professor P5 argumenta que, antigamente, o cuidado com o ambiente não se dava de maneira tão significativa e o meio ambiente acabava recebendo a carga de degradação da atividade humana, mas se adaptava. Entendemos que esta capacidade de adaptação tem relação com a capacidade de autorregulação do meio ambiente: “O que aconteceu muito antigamente era o ambiente se adaptar a ti [...]” (P5).

Continuando a análise da fala do professor P5, podemos inferir que o professor atualmente acredita que o meio ambiente não é mais capaz de suportar a degradação decorrente das atividades humanas, propondo uma igualdade de crescimento para o meio ambiente e a sociedade, mantendo uma regularidade, o Equilíbrio.

*“[...] hoje em dia você não pode crescer e esquecer do ambiente, não só do meio ambiente, as arvorezinhas, estou falando do ambiente geral, o ambiente que tu vive. Tu não pode crescer de uma maneira isolada do teu ambiente, os dois tem que crescer junto ou ficar estagnado junto, porque tu não pode crescer o ambiente e tu e a tua sociedade re... (pausa). É, regredir. Não tem como isso, porque acaba faltando de um lado e sobrando de outro, os*

*dois têm que crescer de uma maneira (pausa) [...] digamos, juntos, senão não dá certo, né.” (P5)*

P6, outro professor que situamos nessa categoria, deixa mais claro o seu entendimento, sendo sua compreensão similar à preconizada pelo conceito de DS do Relatório Brundtland, fazendo ainda referência ao plantio de árvores (problema precursor do DS que comentamos anteriormente).

*“Seria (pausa) não agredir a natureza e retirar aquilo que ela produz, sem, sem (pausa). Ai, como que eu posso dizer?! Mas seria assim, retirar aquilo que ela [natureza] permite, não mais do que aquilo, entendeu? Aquilo que ela pode estar de alguma forma (pausa). A água que pode ser renovada, ou (pausa). Árvores que a gente pode estar plantando [...]” (P6)*

A compreensão dos professores P5 e P6 representa equivalência entre os termos DS e SAmb, que, segundo Machado (2010), é a equivalência que se faz frequentemente, sendo passível de distinção, interpretando o DS como “[...] o processo que conduzirá a civilização industrial para a Sustentabilidade” (MACHADO, 2010, p. 3).

Consideramos a publicação do Relatório Brundtland (em 1987) um marco histórico, que direciona o caminho a ser trilhado pelas diferentes nações do mundo em busca de um futuro comum. No Relatório Brundtland, podemos evidenciar várias circunstâncias que esboçam relações com a formação da compreensão da maneira de pensar a SAmb na perspectiva do Equilíbrio, destacando o fortalecimento da estrutura econômica e da política capitalista.

Layrargues (1998) argumenta que o modelo de desenvolvimento adotado por Brasil a partir de 1960 não só estendeu os danos ambientais, como também aumentou a pobreza no País, fazendo com que o setor empresarial sofresse pressão política e social para a adoção de tecnologias mais limpas. Para este autor, o DS foi a saída mais conservadora encontrada pelo setor empresarial para responder à pressão ambientalista.

É, ainda, defendido por Layrargues (1998, p. 70) que, a partir da década de 1980, o setor empresarial passou a se apropriar do discurso ambientalista, utilizando-se do simbolismo do “verde” para gerar concorrência de mercado e conquistar os consumidores preocupados com a questão ambiental, sendo apenas uma artimanha com base na

racionalidade econômica que fez desaparecer o antagonismo entre meio ambiente e desenvolvimento. O modelo econômico “amigo do meio ambiente” diminuiu a necessidade de transformações profundas na estrutura social e ainda fortaleceu o desejo social de contribuir positivamente com as ameaças ambientais e propôs adequações cotidianas e comportamentais que “[...] na ótica empresarial, correspondem evidente e alienadamente a atitudes individualizadas de caráter consumista”.

Não afirmamos categoricamente a casualidade dos acontecimentos, mas reconhecemos o poder do capitalismo<sup>25</sup> e notamos a ausência das críticas contundentes ao setor industrial ou ao próprio capitalismo nos fragmentos de falas dos professores P1, P2, P4 e P5 (todo o desenvolvimento pessoal e profissional destes professores ocorreu após a publicação do Relatório Brundtland e das mudanças desencadeadas por ele) e ainda encontramos fragmentos de falas dos professores que manifestam a crença na mudança de atitudes cotidianas criticadas por Layrargues (1998).

*“Isso [a SAmb] é possível, mas teria que ter muita mudança de comportamento das pessoas no dia a dia. Por exemplo, utilizar outros meios, de veículos, hoje em dia a maioria das pessoas usam carro, né. Se utilizassem outro modo de transporte não iria poluir tanto a atmosfera. Às vezes uma compra desenfreada por celulares, né, como que eu vou dizer (pausa). Eletrodomésticos, não (pausa). São mais coisas assim que poderiam durar mais tempo e as pessoas logo estão trocando, então (pausa)[...]” (P1)*

*“É (pausa). Eu penso assim ó, em horta, eu penso reciclagem, eu penso em reutilização, eu penso em fazer a separação correta, identificar essa diferenciação que os alunos ainda têm a dificuldade em identificar, reutilizar, reciclar, é (pausa). Nossa (pausa). É complexo, vamos partir para a próxima.” (P2)*

---

<sup>25</sup>“O capitalismo pós-industrial que, de minha parte, prefiro qualificar como Capitalismo Mundial Integrado (CMI) tente, a cada vez mais a descentrar seus focos de poder das estruturas de produção de bens e de serviços para as estruturas produtoras de signos, de sintaxe e subjetividade, por intermédio, especialmente, do controle que exerce sobre a mídia, a publicidade, as sondagens etc.” (VIEIRA, 1990 apud LAYRARGUES, 1998, p. 74).

*“É, assim, algumas vezes a gente acha que é mais difícil de se alcançar dependendo do que se está falando, né, no momento. Mas eu acredito que sim, mas, não é uma pessoa ou duas que vão conseguir, mas acho que a partir do momento que uma grande maioria da população se conscientize, e que se preocupe mesmo em realizar tal ação, para diminuir o problema, ou (pausa) que está se pensando em se fazer, né.” (P4)*

*“E ela com seis anos de idade já tem essa consciência, eu creio que a geração, a salinha dela, as professoras já trabalham isso em sala de aula, a salinha dela já tem essa consciência, então tá vindo uma geração que não é a nossa e que não é a de 15, 16 anos de hoje em dia, que já vem com essa mentalidade do reciclável, do retornável, do reutilizável, porque ela sabe tudo, tudo! E pior que é chata, sério! Essa história do papel de bala não morreu por ai, quando eu cheguei em casa ela pediu pra ver.” (P5)*

Os registros de observação das aulas dos professores pesquisados revelam que, na prática docente, a ênfase dada às mudanças de atitudes coletivas ou individuais fez parte de todas as aulas, demonstrando que os professores podem estar de acordo com mais de uma compreensão sobre SAmb.

O professor P6, entretanto, ao ser questionado sobre a possibilidade do alcance da SAmb, foi o único a se posicionar negativamente, tecendo o comentário:

*“Neste mundo capitalista, consumista, onde todo mundo quer trocar o celular, aquele que era (incompreensível) tudo, mas (pausa). Não tem uma condição e muda e só joga (pausa). Acho que não. Do jeito que está eu acho que não. Sabe. É um consumo muito grande. Eles estão retirando da natureza, não tem como (pausa). Tem coisas que (pausa). Tem metais que tem tempo já, né (pausa). A longo prazo já tem um tempo para acabar, né. Ou seja, do jeito que tá eu acho que (pausa). Na nossa sociedade consumista, acho que não é viável.” (P6)*

Mostrando que, apesar de conceber uma compreensão sobre SAmb compatível com o DS e, portanto, com o capitalismo, não acredita que seja possível alcançar a SAmb se não mudarmos a estrutura do funcionamento da sociedade.

### **6.3.3 A Compreensão sobre Sustentabilidade Ambiental: o caminho da prevenção**

Identificamos, nos fragmentos de fala dos professores P1 e P4, a expressão de uma maneira de pensar ligeiramente diferente que nos chamou a atenção por se tratarem dos dois professores que ainda não concluíram a graduação, indicando uma possibilidade de pensamento distinto dos demais professores.

O professor P1, ao falar sobre a relação da Química com a SAmb, aborda o papel da Química no desenvolvimento de processos que não sejam tóxicos ou prejudiciais, observação esta que não é trivial.

*“É, essa relação é, é complexa né. Porque ao mesmo tempo que nós, seres humanos, precisamos de processos químicos para transformar materiais, precisamos fazer que esses processos químicos lancem na atmosfera, na hidrosfera, né, na água, substâncias que sejam (pausa). É (pausa). Que não sejam tóxicas ou prejudiciais, para nós, ou então, para fauna e para a flora. E, é uma relação (pausa). Difícil (risos). Mas essa é a parte dos químicos, né.” (P1)*

De outro modo, a postura em mencionar a imprescindibilidade da Química no desenvolvimento de processos é, na verdade, mais uma característica que afirma a compreensão de SAmb sobre Equilíbrio baseada no Desenvolvimento Sustentável. Os demais professores, com exceção do professor P2, demonstram uma compreensão que chamamos de mão dupla: ao mesmo tempo em que reconhecem a Química como responsável pela poluição, dão indicativos de que a Química também é responsável pelo tratamento ou pela solução dos problemas ambientais.

Segundo Layrargues (1998, p. 70), esse posicionamento pode se dar devido ao “mito tecnológico”, o qual consiste, sob a racionalidade econômica, na crença de que a tecnologia pode resolver qualquer catástrofe ecológica, ou em menor escala, problemas ambientais. A maior consequência deste mito é a omissão de possíveis soluções “[...]”

de ordem política, cultural e até mesmo ética” que contribuem para afirmar o modelo econômico vigente e encobrir as suas implicações socioambientais.

Menos enfático, o professor P4 também realizou um comentário que se assemelha ao do professor P1 sobre substâncias/processos não tóxicos ou prejudiciais ao meio ambiente.

*“Mas Sustentabilidade eu entendo que seja assim, sejam ações, ou até mesmo conscientizar mais para tentar evitar ou diminuir o problema da (pausa) de causar mais mal ao meio ambiente.” (P1)*

O uso da palavra “conscientizar”, na frase do professor P1, não se refere a processos ou ciência, mas a pessoas, remetendo também à ligação com o sistema econômico que oferece individualmente a possibilidade de contribuir com a preservação ambiental, como já tratamos anteriormente na compreensão como Equilíbrio.

Esta maneira de pensar dos professores P1 e P4, numa primeira impressão, pode parecer insignificante, contudo, nos referenciando em Fleck (2010, p. 161), sugerimos essa diferença como uma “pequena mudança matizada”<sup>26</sup>, significando o contato com uma maneira de pensar distinta, não estritamente relacionada ao DS, como imaginamos estar relacionada à perspectiva da **Prevenção** (figura 9).

---

<sup>26</sup> “Um tema pouco discutido na epistemologia é matizes dos EP. Segundo Cutolo, matizes são as diferenças na precisão dos limites entre os modelos de pensamento, tanto os distanciamentos quanto as proximidades” (CUTULO; LUPINACCI, 2011). Como aponta o trecho que selecionamos de Cutulo e Lupinacci (2011) para a compreensão de matizes presente na teoria epistemológica de Fleck (2010), somente seria possível falar em matiz na presença de um “estilo de pensamento”. Contudo, insistimos na designação, em nosso trabalho, primeiro, por acreditar que represente bem a ligeira mudança que ocorreu na perspectiva do Equilíbrio. Em segundo lugar, compreendemos que as compreensões possam indicar um “estilo de pensamento” sobre SAMB.

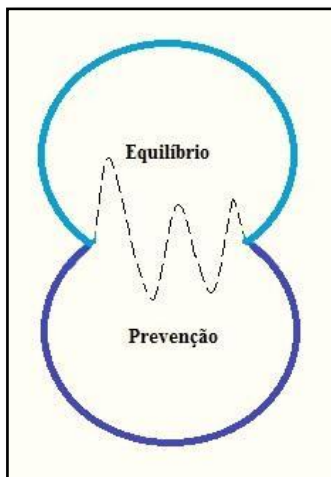


Figura 9 – Representação da possibilidade de interpretação sobre mudança matizada da compreensão.

Fonte: Elaborada pela autora.

\*A figura 9 representa como se constitui a mudança matizada de um estilo de pensamento. Considerando a existência de um estilo de pensamento relacionado à proposta de equilíbrio, ocorreria a mudança matizada no momento em que outros valores são interpostos às premissas primeiras, modificando de alguma maneira a ideia inicial, no caso exemplificado, adicionando ideais da proposta da Prevenção constituindo uma relação que não se identifica em que extensão se interferem/modificam entre si (representada pela linha pontilhada no interior dos círculos).

Reconhecemos a perspectiva de um caminho para a Prevenção como originária de um conjunto de leis organizadas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, publicadas em 1990, com foco na prevenção proativa da poluição (MACHADO, 2008). Segundo Machado (2008), o termo “Química Verde” foi cunhado nesse momento para auxiliar na elaboração desse conjunto de leis. Assim, imaginamos que a disseminação (dos princípios) da QV foi explorada em âmbito universitário brasileiro tardiamente, emergindo em nossa pesquisa por meio dos professores que ainda se encontram em formação.

Caso ocorresse a crítica do uso exclusivo da tecnologia como resposta aos problemas ambientais, teríamos uma compreensão completamente diferente das demais, assim como os estudiosos que defendem o uso da QV.



A Ecologia Industrial e a Química Industrial Verde são atividades importantes da Engenharia da Sustentabilidade, mas não a esgotam – como se referiu, esta envolve também componentes humanas e sociais. (MACHADO, 2010, p. 40)

A redução da descarga de substâncias tóxicas pelo *design* de produtos e processos impede a produção de produtos químicos perigosos e de resíduos na fonte e assim elimina as emissões e exposições completamente. Portanto, a química verde é uma parte essencial da solução para a contaminação química global. Por si só, no entanto, o desenvolvimento da química verde não é uma solução adequada, porque as tecnologias mais seguras somente serão implementadas em larga escala se a sociedade adotar uma estrutura de política ambiental que se afaste radicalmente da atual<sup>27</sup>. (THORNTON, 2001, p. 1232, tradução nossa)

A interpretação dos professores P1 e P4 não condiz com essa mudança estrutural e, ainda, revelam uma tendência a acreditar na ciência e na tecnologia como únicas soluções para o problema ambiental. Situamos que houve uma apropriação da ideia da prevenção sem o entendimento da QV e de suas implicações para o modelo político e econômico atual.

Ainda que tenhamos essa situação como mais provável, não podemos ignorar o posicionamento de Layrargues (1998), que interpreta a adjetivação através do “verde” como sendo também uma proposta ilusória para dar aos consumidores preocupados com o meio ambiente – a possibilidade de continuarem consumindo, fazendo a manutenção do consumo em uma sociedade que mantém a mesma preocupação com o lucro, não diminuindo em nada a pressão provocada no ambiente. Relembramos a impossibilidade de um produto ou um processo isento

---

<sup>27</sup> “Reducing inputs of toxic substances by redesigning products and processes prevents the production of hazardous chemicals and wastes at the source and thereby eliminates emissions and exposures altogether. Green chemistry is therefore an essential part of the solution to global chemical contamination. In itself, however, development of green chemistry is not an adequate remedy, because safer technologies will be implemented on a large scale only if society adopts an environmental policy framework that departs radically from the current one” (THORNTON, 2001, p. 1232).

de dano ambiental segundo as Leis da Termodinâmica, o que nos faz questionar qual seria a compreensão sobre SAmb dos Químicos Verdes.

Ao que se refere ao Ensino de Química, identificamos somente em um dos vídeos utilizados pelo professor P2 (*“The Story of Stuff”* ou “A história das coisas”) a atenção dada à necessidade de um novo *design* de processos de produção e às críticas ao sistema econômico em vigência, estando, por estas razões, representando a QV. Contudo, o vídeo não foi discutido em seus aspectos, o que pode indicar a incompreensão da QV em sua dimensão mais ampla pelo professor P2, assim como concluímos com os professores P1 e P4.

Os fragmentos das entrevistas dos professores P1, P2 e P4 irão demonstrar que realmente houve uma aproximação destes sobre a QV, na formação inicial ou na formação continuada, corroborando nossas suspeitas sobre a disseminação recente da QV em âmbito acadêmico brasileiro.

*“Química Verde, pelo pouco que eu sei, ela visa, por exemplo, em aulas de laboratório, trabalhar com reagentes que sejam menos tóxicos ou prejudiciais, é (pausa) ao meio ambiente. [...] Sobre Química Verde eu sei muito pouco. Já tive até a oportunidade de fazer minicurso, não deu para acabar fazendo.” (P1)*

*“Eu tive um curso, assim que eu iniciei no estado, né, que eu me efetivei em 2002, no ano seguinte a gente teve um curso sobre a Química Verde, né, então foi um ano assim, que a gente teve um dos primeiros contatos com a Química Ambiental, o que quê era a Química Verde, quais eram os seus princípios, suas finalidades e a gente começou a ter conhecimentos mais, o que quê a gente poderia estar trabalhando em sala de aula, né.” (P2)*

*“Já. Mas assim, bem pouco, eu fui numa palestra, que teve na semana acadêmica de Química no ano passado, sobre esse tema. Então, é mais ou menos isso, assim, é (pausa). Eu sei que a Química verde, no caso, é também voltada para a preservação, essa parte dos problemas ambientais, e (pausa) não tem muito o que falar.” (P4)*

Por fim, mesmo que os professores tenham somente demonstrado uma aproximação superficial da QV<sup>28</sup>, convém destacar a importância da formação continuada dos professores para a atualização das perspectivas de Ensino.

O quadro 6 representa as compreensões sobre SAmb e a correspondência com os professores que permitiram que tais compreensões fossem identificadas.

Professor	Compreensões			
	Necessidade Biológica	Resistência ao Modelo Industrial	Equilíbrio	O caminho da Prevenção
P1	X		X	X
P2	X		X	X
P3	X	X	X	
P4	X		X	X
P5	X		X	
P6	X		X	

Quadro 6 – Representação da correspondência entre os professores e as compreensões sobre SAmb identificadas.

Fonte: Elaborado pela autora.

As compreensões Necessidade Biológica e Equilíbrio não se justificam pela Química, tendo isso em vista, acreditamos que se manifestem como as maneira mais difundidas sobre Sustentabilidade Ambiental. O caminho da Prevenção é a primeira compreensão que está relacionada à Química, o que pode significar que o interesse da área sobre o meio ambiente e a SAmb tenha aumentado no decorrer do tempo, mesmo que os professores ainda não tenham adquirido a compreensão mais ampla sobre o significado da QV.

As compreensões como Resistência ao Modelo Industrial e Equilíbrio são provenientes da relação que mantém com os momentos históricos e com a capacidade de persuasão sobre a maneira de pensar e de agir. Por esta razão, acreditamos que estudos sobre essas duas compreensões devem ser aprofundados, considerando a possibilidade de estilos de pensamento, o que demonstra que a SAmb está diretamente

<sup>28</sup> No caso do professor P2, consideramos da mesma maneira uma aproximação superficial, pelo fato de fazer mais de 10 anos de realização do curso sobre QV.

relacionada com a maneira como a sociedade comporta relações econômicas e políticas, para além das preocupações ecológicas com áreas de proteção ambiental e a biodiversidade (FLECK, 2010). Acreditamos que essa compreensão desencadeia o entendimento de que as abordagens envolvendo assuntos ambientais devem resgatar discussões políticas, ambientais e culturais diferentes daquelas que apenas ditam maneiras de agir segundo princípios ecológicos, demonstrando as disputas que envolvem diferentes grupos, apostando no desenvolvimento de atividades por meio da problematização, gerando mais consciência entre os estudantes do modelo capitalista que nos envolve, para que sejam capazes de questionar decisões e os caminhos futuros que estão sendo trilhados. Porém, para isso, é preciso que os próprios professores sejam problematizados.

A pesquisa apresentada buscou conhecer as possíveis compreensões sobre SAmb de um grupo formado por seis professores de Química do Ensino Médio de escolas públicas, situadas no município de Florianópolis/SC. Fizemos a composição de instrumentos metodológicos para o levantamento dos dados: solicitamos aos professores um plano de aula visando a abordagem, por meio da Química, do tema Água, que favorecesse a compreensão sobre SAmb; realizamos o acompanhamento de aulas que resultaram em registros de observação e organizamos entrevistas semiestruturadas, com base nas informações anteriormente obtidas.

A conjugação dos registros de observação às entrevistas se mostrou satisfatória, possibilitando-nos a comparação entre a maneira de pensar dos professores e a maneira de agir em suas práticas docentes.

A análise dos dados foi realizada por meio da ATD, que auxiliou a visualização dos dados por meio da fragmentação e na construção das categorias. Todavia, as diferentes metodologias utilizadas pelos professores, que alcançaram um resultado comum, dificultaram o momento da categorização.

Considerando as discussões nos capítulos iniciais, especialmente sobre SAmb, estabelecemos grandes temas *a priori* tomados como referência na etapa de categorização: os problemas ambientais abordados; as justificativas para a abordagem ambiental na disciplina Química; e as metodologias utilizadas pelos professores em sala, que deram origem à primeira categoria, “O modo de organizar o ensino sobre o meio ambiente: a herança da educação bancária”, apresentada na forma de suas subcategorias *i)* A seleção de problemas ambientais a serem estudados no Ensino Médio: influências da QAmb no pensamento

docente; *ii*) Diferentes justificativas para a abordagem de assuntos relacionados ao meio ambiente; e *iii*) Diferentes metodologias para a Abordagem Ambiental: expressões do modo de pensar sobre problemas ambientais.

Constatamos que os professores compreendem a abordagem de assuntos ambientais como sendo problemas ambientais. Foram recorrentes a poluição/contaminação do solo, da água e do ar e a preocupação com o aquecimento global, que são também estudados pela QAmb. Nesse sentido, a formação inicial apareceu como fator de influência na percepção dos professores na maneira como as questões ambientais se manifestam. Os professores P1 e P5 demonstraram conscientemente como foram influenciados pela formação inicial; já os professores P2 e P6 consideraram que a graduação não deu espaço para discussões ambientais, embora tenham sido formados no mesmo período histórico, o que pode indicar que foram influenciados, não percebem a dimensão dessa influência em suas práticas. Contudo, os professores P3 e P4, que também levam para a sala de aula os mesmos problemas ambientais, não entraram em contato com as disciplinas do curso de Licenciatura em Química que cursaram os demais professores: P3 formou-se em 1978 e P4 ainda está em formação; o que nos faz reconsiderar a influência da formação inicial e propor que os problemas provenientes da QAmb podem ser também os mais difundidos socialmente por meio da mídia.

Por meio da discussão das justificativas apresentadas pelos professores para a abordagem do tema Água, identificamos que estes relevam apenas o domínio de informações sobre o assunto, o que daria aos estudantes alguma possibilidade de compreensão e da formação de opinião sobre os fenômenos e forneceria aptidão para prestar os concursos vestibulares. Porém, por meio da análise das metodologias dos professores, conferimos que a abordagem de problemas ambientais não passa de ilustração ou confirmação do conteúdo químico que, em uma repaginação da educação bancária, mascaram o formalismo/formulismo químico e a acumulação de conhecimentos por parte dos estudantes.

Deduzimos que há uma dificuldade, por parte dos professores, em abordar os problemas ambientais a partir da Química, apesar dos problemas selecionados por eles serem caracterizados como problemas de interesse da área. Isso identifica certa deficiência na formação inicial.

Destacamos, como categoria emergente, a influência dos materiais didáticos na abordagem do meio ambiente. Notamos que a variedade de materiais utilizados expressa o empenho do professor em

diversificar sua aula, ainda que possa não significar qualidade na abordagem. Concluímos também que, para a exposição, a compreensão e a reflexão/problematização dos assuntos ambientais, não são necessários grandes recursos tecnológicos, logo não podem ser utilizados como razões para a não abordagem do assunto.

Se por um lado concebemos a internet como difusora e formadora da “fonte inspiradora” para estudantes e professores na disciplina Química, apresentando-se por vezes com uso desmedido e sem critério, por outro lado, salientamos que isso acontece pela falta de apoio e publicação de materiais didáticos na escola, especialmente de materiais contendo ideias e temas controversos, que são muito importantes às discussões ambientais e à SAmb.

Utilizamos as compreensões dos professores sobre SAmb como um grande tema *a priori*. A partir delas, reagrupamos em sentido mais específico, ligadas a Necessidade Biológica, Resistência ao Modelo Industrial, Equilíbrio e Prevenção.

A Necessidade Biológica se apresentou como uma compreensão compartilhada entre todos os professores participantes da pesquisa, derivando da área biológica (exemplo: medicina, biologia), e é recorrente nos materiais de apoio (em sua maioria retirada da internet) utilizados pelos professores.

Já a compreensão de SAmb como Resistência ao Modelo Industrial foi classificada somente como maneira de pensar do professor P3, que viveu no período do movimento ambientalista entre os anos de 1960 e 1980. Por meio de nossas observações, essa compreensão não influenciou sua prática como docente, mas sim o seu posicionamento em relação ao papel das indústrias no processo de geração de problemas ambientais e ameaça à SAmb. O professor P3 foi muito crítico, mas somente durante a entrevista em relação ao descaso com o meio ambiente e à negligência de órgãos governamentais com a atividade industrial poluidora.

As compreensões de SAmb, Equilíbrio e Prevenção, têm como principal característica certa concordância ou complacência com o sistema capitalista. Ou seja, dentro do sistema econômico vigente, as compreensões dos professores mostram que estes consentem a maneira de produção e de consumo, gerando a harmonia necessária para que a estrutura social, política e econômica atual se mantenham. Nesse sentido é que os professores expressam a ideia de Equilíbrio, que se coaduna com a expressão no conceito de DS (como destacado por nós no capítulo 6). Já com relação à Prevenção, consideramos diferente por se

aproximar dos Princípios da QV, que de certo modo exprimem possibilidades de escolhas entre soluções poluidoras e soluções que minimizam ou eliminam o dano ambiental. Neste caso, os professores P1, P2 e P4, que dela compartilham, não entendem a QV em sua dimensão mais ampla, mas relataram que durante a formação inicial ou continuada entraram em contato com ela. Destacamos que os professores P1 e P4 manifestaram uma compreensão sobre prevenção ambiental baseada na QV, talvez porque ainda estejam em formação acadêmica, mas destacamos que se apresenta como um indicador recente da influência acadêmica na maneira de pensar dos professores.

Concluimos que as compreensões estão fortemente envolvidas ao momento histórico que os professores pesquisados viveram/vivem, especialmente em relação ao período de suas formações acadêmicas e também aos acontecimentos históricos dos temas ambientais. Devido à aleatoriedade da escolha dos professores que compuseram a nossa amostra, há que se considerar a existência de uma defasagem temporal, situada entre os anos de 1980 a 2000.

Sob a ótica da gênese e difusão social do conhecimento, podemos arriscar dizer que as compreensões denominadas Resistência ao Modelo Industrial e Equilíbrio, devido à relação que mantém com os momentos históricos e com a capacidade de persuasão sobre a maneira de pensar e de agir, podem estar expressando a existência de possíveis estilos de pensamento deste conjunto de professores. Isto demonstra que a SAmb está diretamente relacionada com a maneira como a sociedade comporta relações econômicas e políticas para além das preocupações ecológicas com áreas de proteção ambiental e a biodiversidade. Não é demasiado pretensioso afirmar que a ideia de Equilíbrio entre ambiente e economia expressa no conceito de DS, no Relatório Brundtland (1991), esteja na base do “estilo de pensamento” dos professores por nós entrevistados.

Acreditamos que a pesquisa atingiu seus objetivos, identificando as possíveis compreensões dos professores sobre SAmb, por meio da interação do par “pensamento/ação”, constatando os problemas na formação inicial e a repercussão na atividade docente. Esperamos contribuir na ampliação no que tange a percepção de professores sobre suas próprias práticas.

Tomando como norte a superação da tradição na reprodução de ideias, relembramos que não precisamos impor uma maneira de pensar aos estudantes, mas fazê-los visualizar e pensar sobre os mais diversos problemas socioambientais e científicos. Para tanto, também precisamos aprender a refletir sobre o que está posto e a nos permitir abrir diálogo para a construção dos conhecimentos.

As compreensões devem servir para que possamos acompanhar a direção que se dá ao desenvolvimento das ideias sobre a sociedade e a que perspectivas de mudanças apontam. Permitem, também, o questionamento sobre a maneira de tratar a disciplina Química, para que contribua mais para a conscientização dos problemas que a ela estão relacionados.

Em outro modo, sugerimos a diversificação do espaço de aprendizagem, enrijecido nas quatro paredes da sala de aula, presos não mais ao quadro negro, mas aos equipamentos multimídia, nos limites da própria disciplina. Pensamos que, assim, os problemas com significado para os sujeitos envolvidos no processo de educação irão emergir mais facilmente. Acreditamos que as pesquisas voltadas ao Ensino de Ciências devem explorar melhor a dimensão escolar (aproximação/envolvimento/vivência) para evidenciar se existe o desenvolvimento de novos conhecimentos, e quais seriam eles, a partir da própria escola, buscando compreender a dinâmica que nela existe – não de fora para dentro, como fizemos nesta pesquisa, mas de dentro para fora, entendendo mais do dia a dia das dificuldades desta realidade que observamos muito pouco; perceber a escola como o ambiente politizado que é, buscando potencializar a educação voltada para o meio ambiente.

É importante dizer, que apesar das críticas aos professores ou às práticas docentes, que se tornam inevitáveis num trabalho como este, apreciamos a disposição que os professores demonstraram ao participar da pesquisa, se expondo e abrindo as portas das salas de aula para que pudéssemos investigar como se dá a abordagem dos assuntos ambientais. Não culpamos os professores por recair no processo de reprodução de ideias e de afirmação do sistema econômico que intensifica os problemas de ordem socioambiental, pois são estas as forças hegemônicas da sociedade em que vivemos.

Os professores demonstraram interesse na abordagem ambiental anterior à pesquisa e possuem os objetivos que, de fato, condizem com a educação que defendemos neste trabalho. O problema que encontramos não tira o mérito dos professores de buscarem fazer o seu melhor em sala de aula e de estarem abertos às sugestões. Afinal, quem sabe exatamente qual a maneira correta de exercer a prática docente? Quem tem a receita que se manifeste! Esses professores não se mostraram acomodados.



## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa se posicionou fortemente nas responsabilidades da disciplina Química no tratamento dos assuntos voltados ao meio ambiente por reconhecer que a organização escolar, durante o período da pesquisa (2011-2013), tendeu mais para a disciplinaridade do que à integração curricular. Entretanto, não defendemos que toda a responsabilidade e os objetivos educacionais recaiam unicamente sobre os professores de Química. Essas são responsabilidades que, na realidade, são exigidas, pela sociedade e pelo governo, da escola como um todo.

A conjugação dos registros de observação das entrevistas se mostrou satisfatória, possibilitando-nos a comparação entre a maneira de pensar dos professores e a maneira de agir em suas práticas docentes.

A análise dos dados foi realizada por meio da ATD, que auxiliou a visualização dos dados devido à fragmentação. Todavia, as diferentes metodologias e os materiais utilizados pelos professores dificultaram um resultado comum no momento da categorização.

Considerando as discussões nos capítulos iniciais, especialmente sobre SAmb, estabelecemos grandes temas *a priori* tomados como referência na etapa de categorização: os problemas ambientais abordados, as justificativas para a abordagem ambiental na disciplina Química e as metodologias utilizadas pelos professores em sala, que deram origem à primeira categoria, “O modo de organizar o ensino sobre o meio ambiente: a herança da educação bancária”, apresentada na forma de suas subcategorias *i*) A seleção de problemas ambientais a serem estudados no Ensino Médio: influências da QAmb no pensamento docente; *ii*) Diferentes justificativas para a abordagem de assuntos relacionados ao meio ambiente; e *iii*) Diferentes metodologias para a Abordagem Ambiental: expressões do modo de pensar sobre problemas ambientais.

Constatamos que os professores compreendem a abordagem de assuntos ambientais como sendo problemas ambientais. Foram recorrentes a poluição/contaminação do solo, da água e do ar e a preocupação com o aquecimento global, que são também estudados pela QAmb. Nesse sentido, a formação inicial apareceu como fator de influência na percepção dos professores na maneira como as questões ambientais se manifestam. Os professores P1 e P5 demonstraram conscientemente como foram influenciados pela formação inicial; já os professores P2 e P6 consideraram que a graduação não deu espaço para

discussões ambientais, embora tenham sido formados no mesmo período histórico, o que pode indicar que estão sendo influenciados de maneira inconsciente. Contudo, os professores P3 e P4, que também levam para a sala de aula os mesmos problemas ambientais, não entraram em contato com as disciplinas do curso de Licenciatura em Química cursados pelos demais professores: P3 se formou em 1978 e P4 ainda está em formação; o que nos faz reconsiderar a influência da formação inicial e propor que os problemas provenientes da QAmb podem ser também os mais difundidos socialmente por meio da mídia.

Por meio da discussão das justificativas apresentadas pelos professores para a abordagem do tema Água, identificamos que estes relevam o domínio de informações sobre o assunto, o que daria aos estudantes possibilidade de compreensão e da formação de opinião sobre os fenômenos e forneceria aptidão para prestar os concursos vestibulares. Porém, por meio da análise das metodologias dos professores, conferimos que a abordagem de problemas ambientais não chega a ultrapassar o caráter de ilustração/exemplificação do conteúdo químico. As tentativas de mudança na maneira de ensinar, na realidade, continuam a recair num ciclo de reprodução de informações que configuramos como uma repaginação da educação bancária, que mantém formalismo/formulismo químico e a acumulação de conhecimentos por parte dos estudantes.

Acreditamos, entretanto, que a maneira como o sistema de ensino brasileiro é tratado não permite modificações significativas na estrutura curricular e na organização do corpo docente na realização das atividades educativas, reduzindo a possibilidade de melhorias curriculares, a integração entre professores de diferentes disciplinas (inter e multidisciplinaridade) e a aproximação da comunidade de entorno e da realidade dos educandos – sem contar com as desigualdades sociais do País que fazem com que jovens procurem empregos precocemente, dispensando a escolarização. Todavia, nos remetemos à Freire (2011) e defendemos que uma população sem escolarização/educação é uma população massificada e sem voz no processo político da sociedade; esta padece sendo satélite de outras, não reconhecendo a si própria.

Destacamos, como categoria emergente, a influência dos materiais didáticos na abordagem do meio ambiente. Notamos que a variedade de materiais utilizados expressa o empenho do professor em diversificar sua aula, ainda que possa não significar qualidade na abordagem. Concluímos também que, para a exposição, a compreensão,

a reflexão/problematização dos assuntos ambientais, não são necessários grandes recursos tecnológicos.

Por um lado, concebemos a internet como difusora e formadora das informações nessa disciplina, atuando como a “fonte inspiradora” para estudantes e professores e se apresentando por vezes de uso desmedido e sem critério. Por outro lado, salientamos que isso acontece pela falta de apoio e de materiais didáticos adequados, especialmente de materiais contendo ideias e temas controversos, que são muito importantes às discussões ambientais.

Sabemos que existem materiais que poderiam ser acessados pelos professores na própria internet, contudo, há que se pesquisar quais as razões que fazem com que professores não recorram à utilização desses materiais. Nesse sentido, acreditamos que o tempo dispensado para a realização das pesquisas seja curto, devido à carga de trabalho e de exigências de diferentes assuntos, o que prejudica a qualidade dos materiais selecionados.

Utilizamos as compreensões dos professores sobre SAmb como um grande tema *a priori*. A partir delas, reagrupamos em sentido mais específico ligadas a Necessidade Biológica, Resistência ao Modelo Industrial, Equilíbrio e Prevenção.

A Necessidade Biológica se apresentou como uma compreensão compartilhada entre todos os professores participantes da pesquisa, derivando da área biológica (exemplo medicina, biologia), e é recorrente nos materiais de apoio (em sua maioria retirada da internet) utilizados pelos professores.

Já a compreensão de SAmb como Resistência ao Modelo Industrial foi classificada somente como maneira de pensar do professor P3, que viveu no período do movimento ambientalista entre os anos de 1960 e 1980. Essa compreensão não influenciou sua prática como docente, mas sim o seu posicionamento em relação ao papel das indústrias no processo de geração de problemas ambientais e de ameaça à SAmb. O professor P3 foi muito crítico, mas somente durante a entrevista em relação ao descaso com o meio ambiente e à negligência de órgãos governamentais com a atividade industrial poluidora.

As compreensões de SAmb, Equilíbrio e Prevenção, têm como principal característica certa concordância ou complacência com o sistema capitalista. Ou seja, dentro do sistema econômico vigente, as compreensões dos professores mostram que estes consentem a maneira de produção e de consumo, gerando a harmonia necessária para que a estrutura social, política e econômica atual se mantenham. É nesse sentido que os professores expressam a ideia de Equilíbrio, que se

coaduna com a expressa no conceito de DS (como destacado no capítulo 6). Já com relação à Prevenção, consideramos diferente por se aproximar dos Princípios da QV que, de certo modo, exprimem possibilidades de escolhas entre soluções poluidoras e soluções que minimizam ou eliminam o dano ambiental. Neste caso, os professores P1, P2 e P4, que dela compartilham, não entendem a QV em sua dimensão mais ampla, mas relataram que durante a formação inicial ou continuada entraram em contato com a ela. Destacamos que os professores P1 e P4 manifestaram uma compreensão sobre prevenção ambiental baseada na QV, talvez porque ainda estejam em formação acadêmica, mas o mais importante é que se apresenta como um indicador recente da influência acadêmica na maneira de pensar dos professores.

Concluimos que as compreensões estão fortemente envolvidas ao momento histórico que os professores pesquisados viveram/vivem, especialmente em relação ao período de suas formações acadêmicas e também aos acontecimentos históricos dos temas ambientais. Devido à aleatoriedade da escolha dos professores que compuseram a nossa amostra, há que se considerar a existência de uma defasagem temporal, situada entre os anos de 1980 a 2000.

Sob a ótica da gênese e difusão social do conhecimento, consideramos que as compreensões denominadas Resistência ao Modelo Industrial e Equilíbrio, devido à relação que mantém com os momentos históricos e com a capacidade de persuasão sobre a maneira de pensar e de agir, têm maior possibilidade de servirem como indicadores de pesquisa para estilos de pensamento deste conjunto de professores, o que demonstra que a SAmb está diretamente relacionada com a maneira como a sociedade comporta relações econômicas e políticas para além das preocupações ecológicas com áreas de proteção ambiental e a biodiversidade. Não é demasiado pretensioso afirmar que a ideia de Equilíbrio entre ambiente e economia expressa no conceito de DS, no Relatório Brundtland (1991), esteja na base da maneira de pensar dos professores entrevistados por nós.

Acreditamos que a pesquisa atingiu seus objetivos, identificando as possíveis compreensões dos professores sobre SAmb, por meio da interação do par “pensamento/ação”, constatando os problemas na formação inicial e a repercussão na atividade docente. Esperamos contribuir na ampliação no que tange a percepção dos professores sobre suas próprias práticas.

Tomando como norte a superação da tradição na reprodução de ideias, relembremos que não precisamos impor uma maneira de pensar aos estudantes, mas fazê-los visualizar e pensar sobre os mais diversos problemas socioambientais e científicos. Para tanto, nós docentes também precisamos aprender a refletir sobre o que está posto e a nos permitir abrir diálogo com os estudantes para a construção dos conhecimentos escolares.

As compreensões devem servir para que possamos acompanhar a direção que se dá ao desenvolvimento das ideias sobre a sociedade e a que perspectivas de mudanças apontam. Permitem, ainda, o questionamento sobre a maneira de tratar a disciplina Química, para que contribua mais para a conscientização dos problemas que a ela estão relacionados.

Em outro modo, sugerimos a diversificação do espaço de aprendizagem, enrijecido nas quatro paredes da sala de aula, presos não mais ao quadro negro, mas aos equipamentos multimídia, nos limites da própria disciplina. Pensamos que, assim, os problemas com significado para os sujeitos envolvidos no processo de educação irão emergir mais facilmente. Acreditamos que as pesquisas voltadas ao Ensino de Ciências devem explorar mais a dimensão escolar para evidenciar se existe o desenvolvimento de novos conhecimentos, e quais seriam eles, a partir da própria escola, buscando compreender a dinâmica que nela existe – não de fora para dentro, como fizemos nesta pesquisa, mas de dentro para fora, entendendo mais do dia a dia das dificuldades desta realidade que observamos muito pouco; perceber a escola como o ambiente politizado que é, buscando potencializar a educação voltada para o meio ambiente.

Apreciamos a disposição que os professores demonstraram ao participar da pesquisa, se expondo e abrindo as portas das salas de aula para que pudéssemos investigar como se dá abordagem dos assuntos ambientais. Não culpamos os professores por recair no processo de reprodução de ideias superficiais e de pouco significado que afirmam o sistema econômico que intensifica os problemas de ordem socioambiental, pois são estas as forças hegemônicas da sociedade em que vivemos.



## REFERÊNCIAS

- ANDRÉ, Marli E. D. A.; LÜDKE, Menga. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- AFONSO, Júlio. C. et al. O inacreditável emprego de produtos químicos perigosos no passado. **Revista Química Nova**, v. 29, n° 5, 2006, p. 1138-1149.
- ANASTAS, Paul. T.; BEACH, Evan S.; CUI, Zheng. Green Chemistry: a design for sustainability. The Royal Society of Chemistry. **Energy & Environmental Science**. n° 2, 2009, p. 1038-1049.
- ANDRADE, Jaílson. B. Pesquisa em Química Ambiental no Brasil: uma visão geral das reuniões científicas da sociedade brasileira de química de 1990 a 1992. **Revista Química Nova**, v.15, n°2, 1992, p. 172-176.
- ATIKINS, Peter. JONES, Loretta. **Princípios de Química – Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman, 2001, p. 391-420.
- AZEVEDO, Eduardo. B. Poluição vs. tratamento de água: duas faces da mesma moeda. Química e Sociedade. **Química Nova Escola**, n° 10, nov. 1999, p.21-25.
- BAIRD, Colin. **Química ambiental**. Trad. A. M. L. Receio e L. C. M. Carrera. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BASIAGO, Andrew. D. Methods of defining sustainability. **Sustainable Development**, v. 3, 1995, p. 109 -119.
- BAZZO, Walter. A.; VIEIRA, Kátia. R.C.F. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov. 2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000, p. 109.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Guia de Livros Didáticos: Programa Nacional do Livro Didático - PNLD 2012: Química**. – Brasília, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONASQ – Comissão Nacional de Segurança Química. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/seguranca-quimica/comissao-nacional>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

CARDOSO, Arnaldo. A; ROCHA, Júlio. C.; ROSA, André. H. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

CARSON, Rachel. **Primavera Silenciosa**. 2. ed. São Paulo: Edições Melhoramentos, 1969.

CARVALHO, Isabel. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. Docência em Formação. Problemáticas Transversais. 4. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2008.

CASEI, Susan. Poluição da Água. Nossos Oceanos estão se Transformando em Plástico... Somos Nós? **Revista Men's Health**, jul. 2007, p. 88 - 91.

COSTA, Raphael. R.; MOREIRA, Larissa. F.; VIEIRA-SOUZA, Barbara. Contribuições à Investigação da Temática Ambiental no Ensino de Química a partir da Revista Química Nova na Escola. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – **VIII ENPEC**. Unicamp, Campinas, 2011 (artigo apresentado no evento).

CUTULO, Luiz R. A.; LUPINACCI, Natália. Estilos de pensamento em acupuntura: uma análise epistemológica. **Saúde & Transformação Social**. Florianópolis, v. 1, nº 3, p. 47-58, 2011.



D'AMATO, Claudio; MALM, Olaf; TORRES, João. P. M.; DDT (Diclorofenil Difenil Tricloroetano): toxicidade e contaminação ambiental – uma revisão. **Revista Química Nova**, v. 25, n° 6, 2002, p. 995-1002.

DELIZOICOV, Demétrio; FERRARI, Nadir; LEITE, Raquel. C. M. A História de Mendel na perspectiva Fleckiana. **Revista Brasileira em Educação em Ciências**, v. 1, n° 2, 2001, p. 97-108.

\_\_\_\_\_. A potencialidade das reflexões epistemológicas. In: BORGES, Regina. M. R.; **Filosofia e história da ciência no contexto da educação em ciências: vivências e teorias**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 70-96.

\_\_\_\_\_. **Sociogênese do conhecimento**. Disciplina do Curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Florianópolis, UFSC. Setembro, 2011.

DOMINGUES, José. M.; **Aproximações à América Latina: desafios contemporâneos**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 2007.

DREWS, Franciele. **Abordagem de temáticas ambientais no ensino de química: um olhar sobre textos destinados ao professor da Educação Básica**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. UFSC. Florianópolis, 2011.

FALCÃO, Eliane. B. M., ROQUETTE, Gustavo. S. As representações sociais de natureza e sua importância para a educação ambiental: uma pesquisa em quatro escolas. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n° 1, 2007.

FLECK, Ludwik. **A gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Série Ciência, Tecnologia e Sociedade. Belo Horizonte: FABREFACTUM, 2010.

FOLADORI, Guillermo; TOMMASINO, Humberto. O conceito de desenvolvimento sustentável trinta anos depois. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n° 1, 2001, p. 41-56.

\_\_\_\_\_. A reedição capitalista das crises ambientais. **Revista do Instituto de Estudos Sociais**, nº 17, out. 2008, p. 191-207.

FONSECA, A. F. M. et al. O Perfil da pesquisa em química no Brasil, uma abordagem quantitativa. **Revista Química Nova**. v. 2, nº 2, 1979, p. 91-93.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

\_\_\_\_\_. **Educação e mudança**. 34. ed. Rev. e Atual. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

\_\_\_\_\_. **Extensão ou comunicação?** Trad. Rosiska Darcy de Oliveira. 15. ed.. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do oprimido**. Edição Especial Saraiva de Bolso. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2012.

GIROUX, Henry A. **Os professores como intelectuais**: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

GOUVEIA, Viviane P.; OLIVEIRA, Sheila R.; QUADROS, Ana Luiza. Algumas questões ambientais permeando o ensino de química: o que pensam os estudantes. **Revista Ensaio**, v. 11, nº 1, 2009.

GRASSI, Marco T. Frontiers of environmental chemistry in Brazil. **Brazilian Journal of Analytical Chemistry**, v. 1, nº 4, 2011, p. X-XV.

GUIMARÃES; Simone S. M.; TOMAZELLO, Maria G. C. Avaliação das Ideias e Atitudes Relacionadas com Sustentabilidade: metodologia e instrumentos. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, 2004, p. 173-183.

HABER, Fritz. **The synthesis of Ammonia From its Elements**. Chemistry 1901-1921. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1966. Disponível em: <[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1918/haberlecture.html?print=1](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1918/haberlecture.html?print=1)>. Acesso em: 30 abr. 2012.

HAMELIN, Raymond. Chemistry and environment: a field of interdisciplinarity. **Revista Química Nova**, v. 18, n°1, 1995, p. 68-73.

HOBSBAWM, Eric. J. **A era das revoluções: 1789-1848**. 24ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

HUESEMANN, Michael H. The limits of technological solutions to sustainable development. **Clean Techn Environ Policy**, n° 5, 2003, p.21-34.

\_\_\_\_\_. The failure of eco-efficiency to guarantee sustainability: future challengers for industrial ecology. **American Institute of Chemical Engineers**, Environmental Progress, v. 23, n° 4, 2004, p. 264-270.

JARDIM, Wilson; MOZETO, Antonio A. A química ambiental no Brasil. **Revista Química Nova**, v. 25, Supl. 1, 2002, p. 7-11.

JARDIM, Wilson. (Entrevista) **Laboratório de Química do Estado Sólido**. 2008. UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Disponível em: [qes.iqm.unicamp.br/canal\\_cientifico/pontos\\_vista/pontos\\_vista\\_entrevistas31-1.html](http://qes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/pontos_vista/pontos_vista_entrevistas31-1.html). Acesso em: 04 jun. 2013.

KAWAMURA, Maria R. D.; RAMOS, Frederico A. Representações sobre sustentabilidade: contribuições para a abordagem de questões ambientais. Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências. **VII Enpec**. Florianópolis, 2009.

LANDES, David S. **Prometeu desacorrentado**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

LANTINI, Rose. M.; SOUSA, Adriana C. Ensino de química e ambiente: as articulações presentes na revista química nova na escola (QNEsc). **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16, n° 1, 2011, p. 143-159.

LAYRARGUES, Phillipe P. **A cortina de fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica**. São Paulo: Annablume, 1998.

LEITE, Rosana F. **Concepções de professores de química do ensino médio sobre educação ambiental**. (dissertação) Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Rodrigues. Maringá/PR, UEM, 2009.

LIAO, Wen Jiea. **Thermodynamic perspective on technologies in the Anthropocene: analyzing environmental sustainability**. PhD thesis, Leiden University, the Netherlands, 2012.

LINDSEY, Timothy C. Sustainable principles: common values for achieving sustainability. **Journal of Cleaner Production**, n° 19, 2011, p. 561-565.

MACHADO, Adélio. Química e desenvolvimento sustentável: QV, QUIVES, QUISUS. **BSPQ**, Departamento de Química, Universidade do Porto, n° 95, 2004, p. 59-67.

\_\_\_\_\_. O quadro de classificação periódica da sustentabilidade: uma metáfora para a química verde e ecologia industrial. **BSPQ**, n° 98, 2005, p. 21-28.

\_\_\_\_\_. Da génese do termo Química Verde às colorações discrepantes da química e da biotecnologia. **BSPQ**, Departamento de Química, Universidade do Porto, n° 108, 2008, p. 43-46.

\_\_\_\_\_. Fabrico industrial do carbonato de sódio no século XIX: exemplos de processos de química verde e ecologia industrial. **BSPQ**, Departamento de Química, Universidade do Porto, n°113, 2009a, p. 25-30.

\_\_\_\_\_. Da pobreza química à sustentabilidade e Química Verde, **BSPQ**, Departamento de Química, Universidade do Porto, n° 114, 2009b.

\_\_\_\_\_. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade – Introdução. **Energia, Economia e Ambiente**. v. 1, 2010, p. 1-41.

\_\_\_\_\_. Da génese ao ensino da Química Verde. **Revista Química Nova**, v. 34, n°3, 2011, p. 535-543.

MARQUES, Carlos A. et al. Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na Escola Média. **Revista Química Nova**, v. 30, n° 8, 2007, p. 2043-2052.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Coordenação de Proteção da Camada de Ozônio. **Relatório do Plano Nacional de Eliminação dos CFCs**. 2007. Disponível em: <<http://homolog-w.mma.gov.br/index.php?ido=publicacao.publicacoesPorSecretaria&idEstrutura=137>>. Acesso em: 04 jun. 2013.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n° 2, 2003, p. 191-211.

MORAES, Antonio C. R. **Meio ambiente e ciências humanas**. 4. ed. Ampliada. São Paulo: Annablume, 2009.

MONTIBELLER-FILHO, Gilberto. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. 3. ed. rev. e atual. Florianópolis: EdUFSC, 2008.

MORIN, Edgar; KERN, Anne. B. **Terra- Pátria**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Sulina, 1995.

NETO, Francisco R. A. Análise de resíduos e qualidade de vida. **Revista Química Nova**, v. 18, n° 6, 1995, p. 597-602.

NOSSO FUTURO COMUM. Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.

ODUM, Eugene P. **Fundamentos de ecologia**. 6. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

PRIGOGINE, Ilya. **As leis do caos**. São Paulo: Ed. UNESP, 2002.

\_\_\_\_\_; STENGERS, Isabelle. **La nueva alianza**: metamorfosis de la ciencia. Madrid: Alianza Editorial, 2004.

Qnesc. Revista Química Nova na Escola. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/>>. Acesso em 04 jun. 2013.

Resolução A/RES/55/2, de 8 de setembro de 2000. United Nations Millennium Declaration. DPI/2163 – Portuguese: aug. 2001. Published by United Nations Information Centre, Lisbon.

Resolução A/RES/ 65/154. Año Internacional de la Cooperación en la Esfera del Agua, 2013. Naciones Unidas. Asamblea General. 69ª sesión plenaria. 20 dic. 2010. Distribución General. 11 feb. 2011.

RFI português. Batalha sobre amianto no Brasil é destaque no Le Monde. Publicado em 30 de novembro de 2012. 2012. Disponível em: <<http://www.portugues.rfi.fr/brasil/20121130-batalha-sobre-amianto-no-brasil-e-destaque-no-le-monde>>. Acesso em: 04 jul. 2013.

ROCKSTRÖM, Johan et al. A safe operating space for humanity. **Nature**. v. 461. n° 24, 2009, p. 472-475.

RODRIGUES, Guilherme P. **A farsa do aquecimento global**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharel em Geografia) – Universidade Cidade de São Paulo, 2009.

ROLOFF, Franciani B. **Questões ambientais em cursos de licenciatura em química**: as vozes do currículo e professores. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. UFSC. Florianópolis, 2011.

SBQ. Sociedade Brasileira de Química. 2013. Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/index.php>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

SANTANA, Luiz C.; VALENTIN, Leirí. Concepções e práticas de educação ambiental de professores de uma escola pública. **Revista Ciência & Educação**, v. 16, n. 2, 2010, p. 387-399.

SILVA, Erivanildo L. **Contextualização no ensino de química**: ideias e proposições de um grupo de professores. (Dissertação) Instituto de Física. Instituto de Química. Instituto de Biociências. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 2007.

STORY OF STUFF. 2012. Disponível em: <<http://www.storyofstuff.org/>> Acesso em: 04 jun. 2013.

TIEZZI, Enzo. **Tempos históricos, tempos biológicos** – A terra ou a morte: os problemas da “nova ecologia”. São Paulo: Nobel, 1988.

THORNTON, Joe. Beyond Risk: an ecological paradigm to prevent global chemical pollution. **The Earth Institute**, Columbia University, New York, v. 6, n° 3, oct./dec. 2000, p. 318-330.

\_\_\_\_\_. Implementing green chemistry. An environmental policy for sustainability. **Pure Appl. Chem.**, vol. 73, n° 8, 2001, p. 1231-1236.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais** – a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

TUNDISI, José. G. Água potável – água para o futuro numa perspectiva global. **Scientific American Brasil**, n°70, 2008.

TUNDO, Piero. Le Sfide della Green Chemistry per un mondo più pulito. **Revista Green**, 2006, p.4-9. Disponível em: <[http://www.incaweb.org/green/n0001/pdf/02\\_tundo\\_4-9.pdf](http://www.incaweb.org/green/n0001/pdf/02_tundo_4-9.pdf) >. Acesso em: 04 jun. 2013.

WINTERTON, Neil. Science, scientists and sustainability. **Clean Prod. Processes**, n° 3, 2001, p. 62-65.

\_\_\_\_\_. Science and sustainability: who know best? **Clean Techn Environ Policy**, n° 5, 2005, p. 154-166.

ZUIN, Vânia G. **A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de química**. Campinas, SP: Átomo, 2011.





## ANEXO A – Os produtos químicos perigosos utilizados no período de 1890 a 1950 na indústria, na agricultura e no uso doméstico.

Tabela 2. Produtos de uso industrial	
Composto	Aplicações de outra
$\text{Sr(OH)}_2$ (Hidróxido de estrôncio)	Utilizado para extrair o açúcar de melão de beterraba através dos “açucareiros” de estrôncio <sup>25</sup>
$\text{Ba(OH)}_2$ (Hidróxido de bário)	Assim como o hidróxido de estrôncio, era também utilizado para extrair o açúcar do melão de beterraba, porém caiu em desuso, principalmente na Itália, devido ao alto custo <sup>25</sup>
$\text{Na}_2\text{S}$ (Sulfeto de sódio)	Utilizado como agente mordente para tingimento de tecidos. Concentração típica: solução a 20% <sup>27</sup>
$\text{NH}_3$ (Amônia)	Utilizada para como desengordurante das lãs e meio refrigerante <sup>28</sup>
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (Dicromato de potássio e de sódio)	Sua principal utilização industrial era como agente mordente para tingimento de tecidos <sup>27</sup> e na galvanoplastia (cromagem). As soluções de $\text{Cr(VI)}$ têm concentração típica de $300 \text{ g L}^{-1}$ e as de $\text{Cr(III)}$ , $30 \text{ g L}^{-1}$
	Podem causar câncer por inalação, alterações genéticas hereditárias e sensibilização em contato com a pele. Muito tóxicos também por inalação e ingestão. Irritantes para as vias respiratórias e pele. Risco de graves lesões oculares. Muito tóxicos para organismos aquáticos. É necessária instrução prévia para sua utilização <sup>28</sup> . Ainda são utilizados na galvanoplastia, mas verifica-se a substituição de banhos de $\text{Cr(VI)}$ por $\text{Cr(III)}$ . $\text{DL}_{50} = 25 \text{ mg kg}^{-1}$ (rato, via oral) <sup>28</sup>

Fonte: Afonso et al. (2006, p. 1140).

Tabela 3. Produtos de uso farmacêutico

Composto	Aplicações de outrora	Efeitos colaterais/tóxicos hoje conhecidos
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (Anidrido arsenioso)	Aumentava a capacidade física do homem, porém se devia manter doses regulares da substância. Uma outra aplicação interna era purificar o sangue. Caso houvesse intoxicação por dose excessiva, utilizava-se como antidoto hidróxido férrico recém preparado <sup>21,22</sup>	Perigosamente venenoso. O arsênio e seus compostos são muito tóxicos por inalação ou ingestão. A exposição prolongada tem sido associada a riscos de câncer de pulmão, pele, fígado, rins e bexiga <sup>20</sup> . DL <sub>50</sub> = 14,6 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>
NH <sub>3</sub> (Amônia)	Uso interno no combate à embriaguez, sendo ingerido dissolvido em água (solução a 0,1-0,5%) e em pequenas doses <sup>23</sup>	Os sintomas de exposição prolongada são irritação dos olhos, nariz e garganta; dispnéia, bronco espasmo e dor no peito, além de queimaduras na pele e vesicularização <sup>20</sup> . DL <sub>50</sub> = 350 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral, solução a 29%) <sup>14</sup>
AgNO <sub>3</sub> (Nitrato de prata)	Uso interno (solução a 0,2-1,0% ou ingestão de comprimido contendo 10 mg) no tratamento de doenças do sistema nervoso e epilepsia. Era também conhecido como “Cáustico Lunar”, nome sugerido por Paracelsus, devido à semelhança entre a prata e a lua	Cáustico e irritante para pele e mucosas. Sua ingestão pode causar gastroenterite séria, que pode evoluir para óbito <sup>22</sup> . Tóxico para organismos aquáticos. Uso externo na remoção de verrugas (bastão de AgNO <sub>3</sub> ). DL <sub>50</sub> = 1173 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (Cloreto mercuroso)	Uso externo no tratamento de parasitas e no combate à sífilis, sendo administrado como unguento, onde triturava-se o sal (1% m/m) com graxa. No comércio, era vendido na forma coloidal sob nome de d'hygol <sup>24</sup>	Tóxico por inalação. Pode sensibilizar a pele. Perigo de efeitos cumulativos. Muito tóxico para organismos aquáticos <sup>18,20,25</sup> . O sistema neurológico é afetado irreversivelmente. DL <sub>50</sub> = 210 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>
OsO <sub>4</sub> /K <sub>2</sub> OsO <sub>4</sub> (Tetróxido de ósmio/osmato de potássio)	Uso interno no tratamento de ataques de epilepsia, sendo aplicado através de injeção subcutânea de solução a 1% <sup>24</sup>	Muito tóxico por inalação, em contato com a pele e por ingestão. Provoca queimaduras <sup>18,22</sup> e cegueira permanente. Afeta a função renal. DL <sub>50</sub> = 15 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> (Naftaleno)	Uso interno no tratamento de diarreia, febre tifóide e tuberculose <sup>20</sup> e também era ingrediente da popular “naftalina” (anti-fungo). Cada dose continha 0,1-0,6 mg do composto	Nocivo por ingestão. Muito tóxico para organismos aquáticos. Evitar a produção e a inalação de póis <sup>18</sup> . Ainda subsiste seu uso como fungicida. DL <sub>50</sub> = 2000 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>
NaSCN (Tiocianato de sódio)	Uso interno no tratamento de hipertensão arterial (injeção endovenosa de solução contendo 0,03-0,3 g do sal), porém era contra-indicado em casos de nefrite e insuficiência renal <sup>22</sup>	Causa irritação na pele, nos olhos e no sistema respiratório. Pode afetar coração, sangue, tireóide e sistema nervoso central <sup>18</sup> . Libera gases tóxicos em contato com ácidos <sup>14</sup> . DL <sub>50</sub> = 764 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Pentóxido de vanádio)	Uso interno no tratamento de anemias para suprir a deficiência de oxigênio da hemoglobina. Cada dose continha 0,25 mg do óxido. Era considerado tônico e, também, utilizado em casos de reumatismo, tuberculose e gota <sup>20</sup>	Perigoso por ingestão ou inalação. Irritante para o sistema respiratório. Risco possível de aborto <sup>18</sup> . Agente oxidante sobre estruturas biológicas. Poluente hídrico. DL <sub>50</sub> = 400-500 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>
UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·6 H <sub>2</sub> O (Nitrato de urânio)	Uso interno no tratamento de diabetes e também tinha aplicações como antisséptico (1:200) em solução aquosa. Na forma de spray era utilizado no tratamento de doenças da garganta <sup>20</sup>	Sais de urânio apresentam alta toxicidade do ponto de vista químico e radiológico. Favorecem os cânceres e afetam os rins <sup>18</sup> . DL <sub>50</sub> = 20-25 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral); 0,1 mg kg <sup>-1</sup> (coelho, via oral) <sup>14</sup>
CHCl <sub>3</sub> (Clorofórmio)	Uso interno (dose de 1 mL) no tratamento de cólicas, diarreia, flatulência, epilepsia, tétano, tosse espasmódica e asma; seu uso externo era puro no tratamento de reumatismo e artrite <sup>20</sup> . No século XIX e no início do XX, foi usado como anestésico	Nocivo por ingestão. Irritante para a pele. Possibilidade de efeitos cancerígenos. Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação e ingestão <sup>18</sup> . Poluente hídrico. DL <sub>50</sub> = 908 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>14</sup>

Fonte: Afonso et al. (2006, p. 1141).

Tabela 3. continuação

Composto	Aplicações de outraora	Efeitos colaterais/tóxicos hoje conhecidos
Petróleo	Uso interno como expectorante e vermífugo; uso externo como antisséptico e para tratamento de doenças de pele. Em cada dose o paciente tomava 1-2 mL do produto <sup>28</sup>	A toxicidade depende da composição do óleo. Alguns óleos crus e frações provocam tumores malignos e benignos em ratos, após aplicação sobre a pele <sup>27</sup> . A DL <sub>50</sub> depende do óleo considerado
CdSO <sub>4</sub> (Sulfato de cádmio)	Uso interno no tratamento de sífilis e reumatismo (solução a 1-2%). Uso externo na higiene ocular (solução a 0,5-1%) <sup>28</sup>	Cádmio além de ser venenoso, afetando muitas enzimas, é cumulativo no organismo, possuindo meia-vida biológica de 20 a 30 anos. É acumulado em maior quantidade no fígado e nos rins <sup>5</sup> . Agente cancerígeno ao homem e poluente hídrico. DL <sub>50</sub> = 280 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>18</sup>
HCl (Ácido clorídrico)	Era empregado com uso interno, a fim de aumentar a ação digestiva do estômago. Era administrado em forma de solução (0,2:100) <sup>28</sup>	Sua ingestão, inalação de seus fumos ou contato com a pele pode causar queimaduras. É um forte agente corrosivo. Os sintomas, após ingestão ou contato com a pele, incluem dor imediata e ulceração de todas as membranas e tecidos que entram em contato com o ácido. A ingestão em excesso era associada a vômitos, náuseas e corrosão estomacal que pode, em poucas horas ou dias, causar sua perfuração e morte <sup>28</sup> . Poluente hídrico. A inalação durante 1 h de HCl numa concentração de 3124 ppm mata 50% dos ratos submetidos a esse teste <sup>18</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (Benzeno)	Usado no tratamento da leucemia através de sua inalação puro, e como uso externo no tratamento de pediculose e seborréia <sup>28</sup> . Hortellá era às vezes adicionada para "aromatizar" a inalação. A dose máxima era de 3 mL por aplicação.	Pode causar câncer. Facilmente inflamável. Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação, contato com a pele e ingestão. Leva à anemia aplásica da medula óssea <sup>18</sup> . DL <sub>50</sub> = 930 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>18</sup>
C <sub>5</sub> H <sub>7</sub> N (Piridina)	Tratamento de asma e bronquite crônica. O paciente era deixado em uma sala fechada onde inalava o produto puro por cerca de 30 min por até 3 vezes ao dia <sup>28</sup> . Era costume misturá-la com mentol ou eucalipto	Facilmente inflamável. Nocivo por inalação, em contato com a pele e por ingestão <sup>18</sup> . Leva a disfunções sexuais nos indivíduos machos. DL <sub>50</sub> = 890 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral); 1121 mg kg <sup>-1</sup> (coelho, via cutânea) <sup>18</sup>
KBr/NaBr/NH <sub>4</sub> Br (Brometos de potássio, de sódio e de amônio)	Uso interno atuando sobre o cérebro, diminuindo a excitabilidade da substância cortical. Poderoso sedativo nervino, remédio contra epilepsia, insônia, convulsões e irritabilidade nervosa <sup>28</sup> . Empregava-se uma mistura sólida dos três sais em proporções mássicas iguais <sup>29</sup>	A toxicidade é parecida para os três sais. A ingestão afeta o sistema nervoso central, cérebro e olhos. Podem causar irritações na pele e no trato respiratório <sup>18</sup> . DL <sub>50</sub> (rato, via oral) <sup>18</sup> : NH <sub>4</sub> Br, 2714 mg kg <sup>-1</sup> ; KBr, 3070 mg kg <sup>-1</sup> ; NaBr, 3500 mg kg <sup>-1</sup>
CCl <sub>4</sub> (Tetracloroeto de carbono)	Utilizado como vermífugo. A dose era de 2,5 mL para adultos <sup>28</sup>	Tóxico por inalação, em contato com a pele e por ingestão. Possibilidade de efeitos cancerígenos. Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação <sup>18,23</sup> . Produção banida no território nacional. DL <sub>50</sub> = 1770 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral); 5070 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via cutânea) <sup>18</sup>
Sb (Antimônio)	Era empregado puro na forma de pílulas chamadas "perpétuas", que eram ingeridas para efeitos purgativos e depois recolhidas quase intactas para servirem a novas aplicações <sup>28</sup>	Antimônio e seus compostos causam dermatites, queratites, conjuntivites e ulcerações septo-nasais pelo contato com fumos e poeira <sup>28</sup> . DL <sub>50</sub> = 7000 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>18</sup>
C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH (Fenol)	No tratamento da diarreia, fermentação gástrica (spray a 1%) e tétano, sendo este último na forma injetável (solução endovenosa a 1%). Seu uso externo era no tratamento de hemorróida e como desinfetante (solução a 0,5-5 %) <sup>28</sup>	Tóxico em contato com a pele e por ingestão. Provoca queimaduras <sup>18,23</sup> que dificilmente cicatrizam. Poluente hídrico. Usado pelos nazistas como injeção letal em campos de concentração. DL <sub>50</sub> = 317 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral); 669 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via cutânea) <sup>18</sup>

Fonte: Afonso et al. (2006, p. 1142).

Tabela 4. Produtos de uso agrícola

Composto	Aplicações de outora	Efeitos colaterais/tóxicos hoje conhecidos
CS <sub>2</sub> (Dissulfeto de carbono)	Defensivo agrícola contra parasitas e outras pragas <sup>25</sup> , particularmente as das parreriras. Empregado puro	Facilmente inflamável. Irritante para os olhos e a pele. Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação. Órgãos mais afetados: rins e fígado <sup>26</sup> . Possíveis riscos durante a gravidez, com efeitos adversos na descendência <sup>6</sup> . DL <sub>50</sub> = 3188 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>18</sup>
HgCl <sub>2</sub> (Cloroeto mercuríco)	Aplicado sob forma de solução aquosa (1:1000-5000) em sementes de batata para tratamento de pragas <sup>25</sup>	Muito tóxico por ingestão. Provoca queimaduras. Risco de efeitos graves e permanentes para a saúde em caso de exposição prolongada e contato com a pele. Muito tóxico para organismos aquáticos <sup>26</sup> . DL <sub>50</sub> = 1 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral); 40 mg kg <sup>-1</sup> (coelho, via cutânea) <sup>18</sup>
CuSO <sub>4</sub> (Sulfato cúprico)	Típicamente, misturava-se uma parte do sal com uma parte de leite de limão (uma mistura cáustica) e 100 partes de água; obtinha-se hidróxido cúprico (Cu(OH) <sub>2</sub> ) na forma sólida e uma fase aquosa. A esta solução dava-se o nome de mistura Bordeaux e era aplicada em videiras e outras plantas para prevenção do crescimento de fungos <sup>21</sup>	Noctivo por ingestão. Irritante para os olhos e a pele. Muito tóxico para organismos aquáticos <sup>26</sup> . Uso limitado para tratamento de águas de piscinas. DL <sub>50</sub> = 960 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral); 2000 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via cutânea) <sup>18</sup>
Cu(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> ·3Cu(AsO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Acetato de cobre) (Verde de Paris)	Foi introduzido no combate à peste em meados do século XIX, sendo o principal inseticida para combater o escarvalho da batata. Já em 1900 era usado em tão larga escala que levou o governo dos Estados Unidos a estabelecer a primeira legislação no país sobre o uso de inseticidas <sup>22</sup>	O arsênio e seus compostos são muito tóxicos por inalação ou ingestão. A exposição prolongada tem sido associada a riscos de câncer de pulmão, pele, fígado, rins e bexiga <sup>26</sup> . O composto acabou por ser banido, devido à extrema toxicidade para mamíferos em geral.
Cu <sub>3</sub> (AsO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Arsenito de cálcio)	Utilizado com a mesma finalidade do Verde de Paris, era um pesticida que compunha de 5 a 45% m/m do produto comercial <sup>23</sup>	Veneroso. O contato direto pode causar irritação na pele. Possui potencial carcinogênico <sup>26</sup> . DL <sub>50</sub> = 298 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral)

Fonte: Afonso et al. (2006, p. 1143).

Tabela 5. Produtos de uso doméstico

Composto	Aplicações de outra	Efeitos colaterais/tóxicos hoje conhecidos
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> (Cloroeto mercuroso)	Utilizado como antiféptico e desodorante (suspensão aquosa a 0,01-0,1%) <sup>28</sup>	Nocivo por ingestão. Irritante para os olhos, as vias respiratórias e a pele <sup>28</sup> . DL <sub>50</sub> = 210 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral) <sup>28</sup>
Tl <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Sulfato de telúrio(II))	Utilizado na composição de cremes de depilação para mulheres <sup>28</sup> , e também como raticida (2% m/m da formulação) e formicida (0,5% m/m da formulação) <sup>28</sup>	Sais de telúrio são suspeitos de serem cancerígenos. Em 1975, os EUA proibiram seu uso doméstico, constituindo-se em crime sua comercialização <sup>28</sup> . Causa perda de cabelo, paralisia, unhas brancas e inflamação do nervo ótico, coma e morte. Altamente tóxico para organismos aquáticos, inibe germinações e torna o solo improdutivo <sup>28</sup> . DL <sub>50</sub> = 10,6 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral)
BaS (Sulfeto de bário)	Também era utilizado para depilação em concentrações superiores a 5% m/m nas formulações <sup>28</sup>	Veneno <sup>28</sup> . Efeitos similares ao Ba(OH) <sub>2</sub> , levando até à morte. Em contato com suco gástrico, sangue e linfa libera gás tóxico (H <sub>2</sub> S). DL <sub>50</sub> = 375 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral)
ZnO <sub>2</sub> (Óxido de zinco(II))	Assim como o cloroeto mercuroso, o óxido de zinco(II) era encontrado em alguns tipos de desodorantes (suspensão a 0,1-0,5%) <sup>28</sup>	Seu uso foi proibido na década de 60 após o aparecimento de granuloses nas axilas de consumidores desses produtos <sup>28</sup> . Testes com coelhos não mostraram sinais de irritação <sup>28</sup> . Não se dispõem de dados sobre impactos ambientais <sup>28</sup>
SO <sub>2</sub> (Anidrido sulfuroso)	Utilizado como removedor de manchas de vinho em roupas ou tecidos. Usado em solução aquosa a 5-6% <sup>28</sup>	Sintomas de exposição prolongada: irritação aguda de olhos, nariz e garganta; o contato direto com o líquido pode causar congelamento <sup>28</sup> . Uma concentração de 2520 ppm no ar mata 50% dos ratos em 1 h <sup>28</sup>
Cl <sub>2</sub> (Cloro)	Tinha uma denominação de “água de cloro” (solução aquosa a 0,2-0,3%) e sua principal aplicação estava na higiene ocular e bucal <sup>28</sup>	Cl <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O ⇌ HCl + HOCl Conforme reação acima, ocorre a produção de ácido hipocloroso, agente oxidante poderoso e corrosivo. Irrita os olhos, a pele e as mucosas <sup>28</sup> . Por isso, a água sanitária é um caso grave de emvenenamento. DL <sub>50</sub> = < 50 mg kg <sup>-1</sup> (coelho, via cutânea)

Fonte: Afonso et al. (2006, p. 1144).

Tabela 6. Outros empregos particulares

Composto	Aplicações de outra	Efeitos colaterais/tóxicos hoje conhecidos
CCl <sub>4</sub> (Tetracloreto de carbono)	Também conhecido como "pireno", o líquido puro tinha aplicação como extintor de incêndio <sup>26</sup>	Tóxico por inalação, em contato com a pele e por ingestão. Possibilidade de efeitos cancerígenos. Risco de efeitos graves para a saúde em caso de exposição prolongada por inalação <sup>14,22</sup> . Produção banida em território nacional. DL <sub>50</sub> = 1770 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral); 5070 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via cutânea) <sup>14</sup>
HCN (Ácido cianídrico)	Utilizado puro em navios na forma de spray para exterminar roedores e matar insetos. Também usado para matar insetos em favores. Era recomendado seu uso somente por pessoas experientes no seu manuseio <sup>28</sup>	É uma substância muito tóxica. É um veneno de ação muito rápida, uma dose de 60-90 mg pode matar um ser humano por absorção oral <sup>14</sup> quase instantaneamente. DL <sub>50</sub> = 5 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral, como KCN) <sup>14</sup>
PH <sub>3</sub> (Fosfina)	Utilizado puro em bóias flutuadoras de cortiça, destinadas a serem lançadas à água ao primeiro grito de alarme <sup>14</sup>	Gás muito tóxico e pode ser fatal. Os sintomas de exposição incluem fadiga, vômito e dificuldade em respirar. É irritante do sistema respiratório e afeta o sistema nervoso central <sup>14</sup> . DL <sub>50</sub> = 5 mg kg <sup>-1</sup> (rato, via oral)

Fonte: Afonso et al. (2006, p. 1144).

## ANEXO B – Os 12 princípios da Química Verde.

### Os Doze Princípios da Química Verde

#### Prevenção

É melhor prevenir a formação de resíduos do que ter de tratá-los, depois de se terem criado, para eliminar as suas propriedades tóxicas

#### Economia atómica

Os métodos sintéticos devem ser planificados de modo a maximizar a incorporação no produto final de todas as substâncias usadas ao longo do processo

#### Sínteses menos perigosas

Sempre que possível, os métodos sintéticos devem ser planificados de modo a usar e produzir substâncias não tóxicas (ou pouco tóxicas) para a saúde humana e a ecossfera

#### Planificação a nível molecular de produtos mais seguros

Os produtos químicos devem ser planificados a nível molecular de modo a cumprir as funções desejadas e a minimizar a sua toxicidade

#### Solventes e outras substâncias auxiliares mais seguras

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

#### Planificação para conseguir eficiência energética

Deve-se reconhecer os impactos económicos e ambientais dos requisitos energéticos dos processos químicos e minimizá-los; quando possível, os métodos sintéticos devem ser realizados à temperatura e pressão ambientais ou próximas destas

#### Uso de matérias primas renováveis

Sempre que for técnica e economicamente praticável, devem-se usar matérias primas e recursos renováveis de preferência a não renováveis

#### Redução das derivatizações

Devem-se minimizar ou, se possível, evitar derivatizações (uso de grupos bloqueadores, de passos de protecção/desprotecção, e de modificações temporárias na molécula para permitir processos físicos/químicos) porque tais etapas requerem reagentes adicionais e podem produzir resíduos

#### Catalisadores

Devem-se preferir reagentes catalíticos (tão selectivos quanto possível) a reagentes estequiométricos

#### Planificação para a degradação

Os produtos químicos devem ser planificados a nível molecular de modo que no fim do seu uso não persistam no ambiente e se decomponham em produtos de degradação inócuos

#### Análise para a prevenção da poluição em tempo real

Deve-se procurar usar métodos analíticos que permitam monitorização directa dos processos de fabrico em tempo real e controlo precoce da formação de substâncias perigosas

#### Química inerentemente mais segura quanto à prevenção de acidentes

As substâncias usadas e as formas da sua utilização nos processos químicos de fabrico devem minimizar o potencial de ocorrência de acidentes químicos, tais como fugas, explosões e incêndios

Fonte: Machado (2004, p. 61).





## **APÊNDICE 1 – Roteiro da entrevista semiestruturada.**

### **Bloco de Questões 1 – Investigar as justificativas para a abordagem ambiental e a influência da formação inicial**

1. Aspectos como tempo e condições de trabalho são dois dos problemas para a realização das atividades escolares. Mas, para além desses dois aspectos, poderia relatar como desenvolveria uma proposta para inserção do assunto meio ambiente em aulas de química.
2. Comente em que momento e como você se aproximou das discussões acerca do meio ambiente.

### **Bloco de Questões 2 – Investigar sobre a QAmb, QV.**

3. Você já ouviu falar em Química Ambiental? Poderia falar um pouco sobre ela?
4. Você já ouviu falar em Química Verde? Poderia falar um pouco sobre ela?
5. Você acredita que a Química Ambiental e/ou a Química Verde auxiliam no ensino de Química no Ensino Médio? Em que aspectos?

### **Bloco de Questões 3 – Investigar a compreensão sobre sustentabilidade ambiental.**

6. Como se dá a relação entre a Química e o meio ambiente? Poderia falar mais sobre?
7. Poderia dizer, sob o seu ponto de vista, o que considera como definição de Sustentabilidade Ambiental?
8. O que se busca com a Sustentabilidade Ambiental?
9. Considera que o alcance da Sustentabilidade Ambiental seja possível?
10. Que relação você percebe entre a Química e a SAmb?