

Erica Dayane Souza Dias

**A CORTINA DE FUMAÇA NO DISCURSO VERDE DA
QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE PRODUÇÕES CIENTÍFICAS
NA 37ª RASBQ**

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

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Marques

Florianópolis – SC

2016

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

Dias, Erica Dayane Souza

A cortina de fumaça no discurso verde da química : um
olhar sobre produções científicas na 37ª RASBQ / Erica
Dayane Souza Dias ; orientador, Carlos Alberto Marques -
Florianópolis, SC, 2016.
116 p.

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

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Química Verde. 3.
RASBQ. 4. Bachelard. 5. Obstáculos epistemológicos. 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 cortina de fumaça no discurso verde da química: um olhar
sobre produções científicas na 37ª RASBQ"**

Disertação 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 21 de março de 2016.

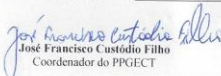
Carlos Alberto Marques (Orientador - MEN/CED/UFSC)

Neide Maria Michelan Kiouranis (Examinadora - DQI/CCE/UEM)

Anelise Maria Regiani (Examinadora - CCBN/UFAC)

Santiago Francisco Yunes (Examinador - QMC/CFM/UFSC)

Fábio Peres Gonçalves (Suplente - QMC/CFM/UFSC)


José Francisco Custódio Filho
Coordenador do PPGECT


Erica Dayane Souza Dias
Florianópolis, Santa Catarina, 2016

A meus pais, Edson e Sandra, aos meus irmãos: Eric, Ellen e Eliana, e às minhas avós: Maria e Ana Rosa, por todo amor e orações incessantes.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus**, por me conceder saúde física e mental no desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

À **minha família**, pelo apoio e compreensão, e que mesmo sem entender totalmente o que fiz durante esses dois anos se orgulham dos caminhos que trilhei e de mais esta conquista. Vocês são meu maior amor.

Ao **João**, por todo seu carinho e paciência, por sempre me motivar nos meus momentos de desânimo me dando força, e por se fazer presente mesmo distante. Seu apoio nos últimos meses tem sido especial, a você todo meu carinho.

Ao **Prof. Dr. Carlos Alberto Marques**, meu querido orientador a quem chamamos de **Bebeto**, que aceitou me orientar e me desafiou a sair da minha zona de conforto. Agradeço todo o comprometimento, dedicação e agilidade, tenho em você um exemplo da profissional que almejo um dia ser.

Aos meus queridos **colegas e amigos do GIEQ**, agradeço pelo companheirismo e pelo acolhimento nesses dois anos. Obrigada pelas conversas orientadoras, compartilhamento de materiais e a parceria constante no turismo pelos cafés da cidade.

Aos **meus amigos**, os antigos e que vivem longe e àqueles que Floripa me trouxe, agradeço pela companhia, passeios, conversas e convívio, vocês proporcionaram que essa caminhada fosse mais leve.

Aos **membros da banca**, por gentilmente aceitarem despende seu tempo e cuidados na leitura desse trabalho.

Aos queridos **funcionários e professores do PPGECT**,
obrigada pelos ensinamentos, disponibilidade e pronto atendimento.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, por me conceder bolsa de estudos no período do Mestrado.

RESUMO

O presente estudo apresenta reflexões de uma pesquisa cujo objetivo foi reconhecer e problematizar dificuldades e obstáculos por parte dos autodenominados químicos verdes em fazer evoluir a Química Clássica à Química Verde e na superação do que aqui denominamos de “cortina de fumaça” nos discursos verdes dos químicos. Para tanto, analisamos o conjunto de trabalhos da seção de Química Verde (QV), publicados na 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), ocorrida em 2014. Estes obstáculos podem ser dos mais variados, como o da QV estar sendo balizada, dentre outros: por uma visão de ciência salvacionista em relação aos problemas e soluções ambientais; por fundamentar-se em visão ingênua sobre a relação homem-natureza, não levando em conta as limitações termodinâmicas ao alcance da Sustentabilidade Ambiental; pela primazia da visão economicista em seus objetivos e soluções, associando-se a ideia-conceito de alcance de um desenvolvimento sustentável e por uma ainda limitada compreensão da complexidade da perspectiva preventiva, expressa em seus doze princípios. Para melhor identificar tais aspectos, foram analisados os conteúdos textuais, palavras-chave, justificativas, referências e conclusões dos trabalhos, desta que foi a primeira seção de Química Verde (QV) de uma RASBQ. Baseados, nos referenciais epistemológicos de Gaston Bachelard, dentre outros, buscamos identificar as diferentes visões sobre QV, meio ambiente, eficiência técnica, racionalidade ambiental e eventuais preocupações formativas; dimensões que podem expressar e se constituir em dificuldades nas rupturas com a Química Clássica. Os resultados apontam que muitos dos autores exprimem o pertencimento à QV através da pura associação à

aplicação de algum dos seus 12 princípios e, em alguns casos, remetendo a alguns dos pressupostos e justificativas ambientais utilizados pelos precursores da QV. Também observamos que os autores destacam apenas vantagens referentes ao uso de práticas QV assumindo, ainda que implicitamente, a Química Clássica como vilã dos problemas ambientais causados pela Química. Com frequência recorrem a termos-chave, como: eficiente, baixo custo, fontes renováveis, sustentáveis, dentre outros. Numa espécie de nominalismo, onde os usos excessivos de simplificações terminológicas acabam por distanciar a teoria da realidade. Por fim, apontamos algumas contribuições ao ensino de química e à formação de professores de Química.

Palavras-chave: Química Verde, RASBQ, Ensino da Química Verde, Bachelard, Obstáculos epistemológicos.

ABSTRACT

The present study shows a thought about a research looking to recognize and to discuss issues and obstacles on the part of the named “green chemical”, to make headway the Classical Chemistry to the Green Chemistry and overcome what we usually call “smokescreen”, in the green chemical speeches. Thus, we studied the Green Chemistry (GC) section, published in the 37th Annual Meeting of Brazilian Chemical Society (RASBQ) it was in 2014. These obstacles can be of the most varied, such as GC being restricted, among others: by the salvationists science’s sight of environmental issues and solutions; for support in naive view of the man-nature relationship, not taking into account the thermodynamic limitations of the edge of the Environmental Sustainability; the primacy of economic view on your goals and solutions by joining the range of idea concept of sustainable development and a still limited understanding of the complexity of preventive perspective, expressed in its twelve principles. For a better identify of these aspects, we analyze the text content, keywords, explanations, references and conclusions of the works, which this one was the first GC section of a RASBQ. Based in the epistemological benchmarks of Gaston Bachelard, among others, we seek to identify the different views on GC, environment, technical efficiency, environmental rationality and any training concerns; dimensions that can express and constitute difficulties in rupture the classical chemistry. The results show that many of the authors expressed belonging to GC through pure association with the application of some of its twelve principles and, in some cases, referring to some of the environmental assumptions and

justifications used by the GC precursors. We also observed that the authors highlight only advantages for the use of GC practices taking, even implicitly, Classical Chemistry as the villain of the environmental problems caused by Chemistry. Frequently use on key terms, such as: efficient, low cost, renewable, sustainable, among others. A kind of nominalism, where excessive use of terminological simplifications end up distancing the theory of reality. Finally, we point out some contributions to chemistry teaching and training of Chemistry teachers.

Keywords: Green Chemistry, RASBQ, Green Chemistry Teaching, Bachelard, Epistemological Obstacles.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Perfil epistemológico sobre a noção pessoal de Bachelard sobre o conceito de massa	56
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos 12 Princípios da Química Verde.....	40
Quadro 2 - Trabalhos sobre QV nas edições da RASBQ no período de 2002 a 2013.....	70
Quadro 3 - Trabalhos científicos nas RASBQ, por área.....	71
Quadro 4 - Informações obtidas nos currículos <i>lattes</i> dos autores dos trabalhos.....	78
Quadro 5 - Informações sobre palavras chave e princípios QV presentes nos trabalhos publicados na 37 ^a RASBQ.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade dos autores de trabalhos da seção de QV da 37 ^a RASBQ.....	77
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATD – Análise Textual Discursiva

ACS - American Chemical Society

BAC – Bacharel

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CMMAD - Comissão Mundial do Meio Ambiente e do Desenvolvimento

DDT – Dicloro-Difenil-Tricloroetano

DS – Desenvolvimento Sustentável

E - Explícito

EPA - Agência de Proteção Ambiental

EST - Química Estrutural

EV – Estrela Verde

GCI - Green Chemistry Institute

GEHFC – Grupo de Estudos de História e Filosofia da Ciência

GIEQ – Grupo de Investigação no Ensino de Química

I - Implícito

IC - Alunos de iniciação científica

INCA - Consórcio Universitário Química para o Ambiente

IUPAC - International Union for Pure and Applied Chemistry

LIC - Licenciado

LPP - Lei de Prevenção à Poluição

MA - Meio Ambiente

PG - Pós-graduandos

PGCC - The Presidential Green Chemistry Challenge

PPGECT - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica

PQ - Pesquisadores

RAs - Reuniões Anuais

RASBQ – Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

RSC - Royal Society of Chemistry

S - Sustentabilidade

SBQ – Sociedade Brasileira de Química

TEC - Química Tecnológica

TM - Técnicos de Nível Médio

QA - Química Ambiental

QV – Química Verde

QVE – Seção Química Verde

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina
UNSCCUR - Conferência Científica da Organização das Nações Unidas
sobre a Conservação e Utilização de Recursos

SUMÁRIO

Considerações Iniciais	25
Introdução	27
CAPÍTULO 1 – Breve Histórico Sobre a Química Verde	35
CAPÍTULO 2 – Uma Análise Epistemológica ao Desenvolvimento da Química Verde: Contribuições da Filosofia Bachelardiana	53
2.1 - Contribuições epistemológicas de Bachelard	54
2.1.1 – A perspectiva do erro em Bachelard	55
2.2 - Obstáculos Epistemológicos	56
2.3 – Considerações acerca da Filosofia do Não	63
2.4- Noção de Perfil Epistemológico	65
CAPÍTULO 3 - Aspectos Metodológicos	69
3.1 – Dados e Análises Iniciais	76
CAPÍTULO 4 – O Discurso Verde: Há ou Não uma Cortina de Fumaça?	99
4.1 – Concepções e expressão de pertencimento à Química Verde	100
4.2 – A Química Verde e suas relações com o meio ambiente	110
4.3 – Nominalismo às vantagens da Química Verde	115
<i>Considerações gerais sobre as categorias de análise</i>	122
CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
REFERÊNCIAS	133

ANEXOS.....	139
Anexo A – CD com arquivos dos 51 trabalhos analisados..	141

Considerações Iniciais

No decorrer do período que compreendeu minha graduação em química, em uma das disciplinas do curso intitulada como “Instrumentação para o Ensino de Química”, tive oportunidade de iniciar estudos e leituras sobre alguns dos principais epistemólogos da ciência e rapidamente a epistemologia começou a me fascinar. Até então, não havia tido contato com temas de base filosófica em outras disciplinas. Juntamente com alguns colegas da graduação houve interesse em examinar de forma mais elaborada e aprofundada o assunto, o que nos levou a formalizar esses estudos criando um grupo, que denominamos de GEHFC – Grupo de Estudos de História e Filosofia da Ciência -, que se tornou um espaço de reflexão acerca da natureza do conhecimento científico.

Dentre os diversos epistemólogos, no GEHFC elegemos Gaston Bachelard para ser nosso foco de estudos, pois foi o que mais nos instigou em uma primeira discussão. Iniciamos nossas leituras e pesquisas com a biografia do mesmo tentando identificar diversos aspectos, tais como: contexto histórico em que ele viveu, atividades que desenvolvia, entre outros que surgiram de nossas pesquisas que nos proporcionaram a possibilidade de compreender a essência de seu pensamento. Concomitantemente, procedemos a leitura do livro “Currículo e epistemologia” (LOPES, 2007).

O início dos estudos mais aprofundados foi do livro “A Formação do Espírito Científico” (BACHELARD, 1996). As discussões realizadas tiveram a finalidade de aprofundar a compreensão e exposição das ideias para um debate construtivo. A leitura deste livro levou um tempo considerável, já que não estávamos acostumados com este tipo de leitura e muitas vezes nossas discussões eram longas e exaustivas. Após o término deste livro iniciamos a leitura de outra obra do referido autor, a “A Filosofia do Não” (BACHELARD, 1978).

Meu interesse nesses temas aumentou gradativamente, tanto que comecei a procurar outros grupos de estudo que versassem sobre estes assuntos. Este percurso evidenciou meu gosto pela ciência química, de forma a desejar conhecer de maneira mais profunda sua história, epistemologia e filosofias. Nesta época, foi quando comecei a procurar por programas de pós-graduação onde tivesse oportunidade de dar continuidade e aplicação a estes estudos. Pesquisando sobre o Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica da

Universidade Federal de Santa Catarina - PPGECT/UFSC - percebi que era o ambiente onde poderia encontrar docentes e pesquisadores com anseios semelhantes aos meus.

Depois de aprovada no processo seletivo, comecei a desenhar o que seria essa pesquisa. Ainda imatura tinha apenas “quem” eu queria pesquisar. Já nas primeiras jornadas de orientação comecei a refletir também sobre “o quê”. Assim, me joguei na árdua tarefa de pesquisar e tentar responder a uma importante questão: “Quais obstáculos à evolução da Química para a perspectiva QV apresenta os trabalhos dos autodenominados químicos verdes divulgados na 37^a RASBQ e em que medida estes obstáculos podem estar dificultando uma ruptura com a Química Clássica?” A qual, ao longo de meu percurso inicial de formação no Programa, foi se demonstrando bastante pertinente e significativo.

Introdução

A necessidade de os químicos cuidarem mais e melhor dos problemas que as suas atividades e produtos causam ao ambiente tem se tornado uma exigência social e científica cada vez maior. Em sentido mais amplo, se tornou necessário o enfrentamento destas situações envolvendo o meio ambiente, e a criação de outras ações que se baseiem no domínio, propagação e produção de conhecimentos científicos relativos aos sistemas físicos e biológicos que constituem nosso planeta, modificando o modo como os seres humanos utilizam estes sistemas para possibilitar que os mesmos continuem a existir para as futuras gerações.

Por conta disso, a Química, enquanto campo de conhecimentos e práticas vem buscando estudar e implementar novos modos de pensar como fazer a Química; desafiando a si própria a realizar uma revisão de seus princípios e modelos teóricos e práticos, visando a produção de alternativas científicas e tecnológicas voltadas à prevenção ambiental. É nesse contexto de propósitos que há pouco mais de 20 anos pesquisas denominadas de Química Verde (QV) vêm sendo desenvolvidas, sendo orientadas por 12 princípios (elaborados por Paul Anastas e John Werner, 1998) que precisam ser seguidos quando se pretende implementar a QV em alguma indústria ou instituição de ensino e/ou pesquisa na área de Química. Estas pesquisas exprimem os compromissos e esforços dos químicos voltados ao desenvolvimento científico e em inovações tecnológicas mais limpas, numa espécie de resposta associada à busca da sustentabilidade ambiental (MARQUES *et al.*, 2013).

Em 1987 foi produzido o Relatório Brundtland, apresentando um amplo panorama mundial acerca das questões ambientais em discussão naquele período e também retratando uma preocupação com a sustentabilidade do planeta. Nesse relatório foi definido o conceito de desenvolvimento sustentável (DS) como:

Um processo que permite satisfazer as necessidades da população atual sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de

realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitat naturais (CMMA, 1991, p.46).

Os conceitos de DS e Sustentabilidade muitas vezes são utilizados como sinônimos, mas existe diferença: DS refere-se a uma nova via de desenvolvimento da nossa atual civilização tecno-industrial adequada para alcançar o objetivo de um estado final sustentável - a Sustentabilidade.

Para que se alcance o tão almejado DS, Layrargues (1998) aponta que é necessária uma equivalência nos padrões de consumo mundiais, na utilização de energia e dos recursos naturais. Assim, seria indispensável que as potências capitalistas mundiais (como a chinesa, européia, e norte-americana), modificassem seus modos de vida, reduzindo os gastos energéticos. Mas essas potências não estão considerando reduzir seus padrões de vida. Então, torna-se necessário um esclarecimento de questões políticas e culturais implícitas aos processos de degradação ambiental, baseadas no desenvolvimento de políticas sociais, pois segundo afirma Brugger (2004):

A natureza ainda é vista como uma parte produtiva do todo, tanto quanto uma fábrica. Mas a economia não está isolada dos demais processos sociais e, assim, será preciso uma profunda revisão dos valores que compõem a nossa sociedade industrial. Do contrário, surgirão falsas alternativas como um Livre Comércio "maquiado de verde", que continuará a reproduzir o sistema econômico que degradou a qualidade de vida no planeta (p. 25).

Essa afirmação nos leva a concluir que não são suficientes atitudes que estejam mascarando suas preocupações ambientais com ações chamadas “verdes”, que não foram originadas pela consciência ecológica, mas econômica. Layrargues (1998) ressalta que parece não haver o desenvolvimento de uma racionalidade ecológica superando a racionalidade econômica, tendo em vista que a variável ambiental era considerada mais uma oportunidade de negócios. A partir dessas ideias é que não devemos nos permitir perder numa “cortina de fumaça” para

buscar um novo caminho para o DS, que seja este mais justo e humano, com projetos realizáveis e que concernem às verdadeiras necessidades e aspirações da população, nos permitindo revelar aspectos ocultados por um discurso ideológico que precisa ser desvelado.

Baseados nesses aspectos e cenários relacionados à sustentabilidade ambiental, DS e as atividades químicas, nosso estudo vai discutir as emergências da QV e das produções dos autodenominados¹ químicos verdes, analisando seus argumentos e propostas tanto nos aspectos ambientais, da eficiência técnica e química, quanto outras justificativas às suas pesquisas (econômicas, legal, ecoeficiência, moral etc.). Procuramos ainda informações relativas à difusão ou inserção da QV no âmbito do seu ensino, suas diferentes definições, princípios e conceitos, além de buscar levantar indicações de possíveis dificuldades à sua inserção e aceitação na comunidade dos químicos.

Defendemos, em conjunto com diversos autores (Anastas 1998, Werner 1998, Machado 2011), que a QV configura-se como uma mudança de mentalidade e de prática da química, indo para além da zona de conforto de somente utilizar os já testados e validados reagentes, solventes e tecnologias. Como tal, compreendemos que dado o seu papel em relação aos cuidados com o ambiente, a QV deve ser promovida e apoiada não só pela comunidade científica, mas também pelos governos, indústrias e todos os outros setores da sociedade.

Contudo, sua difusão entre os químicos ainda parece problemática, pois a QV de certa forma conflita com práticas tradicionais e pouco cuidadosas com o meio ambiente. Acompanhar a propagação de experiências com a QV na comunidade dos químicos pode ser importante para entender a adoção de um novo estilo de pensar entre nós químicos.

Além dos diversos periódicos internacionais que têm possibilitado a difusão da QV, especialmente entre os químicos acadêmicos, um dos espaços privilegiados para sua difusão são as Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ). Esse

¹ Este termo, desenvolvido por nós e que será usado no decorrer do texto, tem o sentido de reconhecer que os próprios autores de trabalhos utilizando os pressupostos/princípios da QV se colocam como tal, isto é, químicos verdes. Além disso, ao escolherem divulgar na Seção QV da 37ª RASBQ, buscam se caracterizar como químicos verdes.

evento, que congrega toda a comunidade das diferentes subáreas da Química reunidas em Divisões, possibilita a divulgação de trabalhos, discussões entre pesquisadores e o aprimoramento do espírito crítico dos alunos. Nesse sentido, no ano de 2014, a SBQ pela primeira vez organizou uma seção especial com trabalhos em QV², fato importante que permitiu à comunidade química brasileira conhecer e dialogar sobre trabalhos a ela voltados.

Mas, apesar do crescente número de trabalhos científicos que consideram a QV no Brasil, como observado por Cunha e Santana (2012), ainda são incipientes as pesquisas da área de Educação/Ensino de Química cujo objeto de investigação seja a inserção da QV em processos educativos e suas implicações. Por outro lado, para que se consiga a adoção da QV na formação química, das práticas acadêmicas aos processos industriais, o ensino da química necessita incluir também estudos e práticas mais amplas e profundas sobre a busca pela Sustentabilidade Ambiental.

Na visão de Anastas (1998) e de alguns outros pesquisadores, a formação do químico esteve até recentemente muito preocupada com a excelência técnica do profissional. Entre os objetivos dos químicos verdes está o de formar profissionais que tenham conhecimentos científicos e também uma visão global, que possuam os mesmos anseios cívicos, como na questão ambiental, e que sejam flexíveis para adaptar o conhecimento técnico às novas exigências sociais. (FARIAS e FÁVARO, 2011).

Discutir suas implicações no domínio da química básica (compostos e sua síntese), tecnológica (design e gestão dos processos) e acadêmica, passa por um processo de formação para uma cultura de cuidados com o ambiente, já desde cedo junto aos estudantes do ensino médio. Mas também as instituições de ensino superior necessitam ser pioneiras na divulgação e práticas da QV, pois a formação de profissionais da Química estimulará procedimentos mais limpos, uma menor geração de efluentes, a criação de novas metodologias analíticas, ou seja, será adquirida uma atitude de prevenção à poluição.

É importante que a comunidade química esteja plenamente consciente do desafio que os problemas ambientais, agora já globais,

² Estes trabalhos podem ser encontrados em: http://www.s bq.org.br/37ra/cdrom/lista_area_QVE.htm e também no CD em anexo.

nos trazem e que a Química por ela mesma tem grande capacidade para amenizá-los e/ou preveni-los. Muito conhecimento foi adquirido para permitir que continuemos a alegar ignorância a respeito da QV e, conseqüentemente, sobre a possibilidade de se projetar a fabricação e a utilização de substâncias mais eficazes e seguras.

Com base nessas preocupações e necessidades emergentes, definimos que seria a parte mais substancial do nosso trabalho analisar as produções científicas da seção de QV publicadas na 37^a RASBQ. Assim, para melhor entender como estes autores dos trabalhos selecionados expressam suas compreensões de meio ambiente, se estes as relacionam com o paradigma³ ecológico/ambiental e se superam os paradigmas clássicos da Química (do risco e diluição), de modo a superar alguns obstáculos à evolução da Química para uma que seja mais limpa (denominada de “verde”), recorreremos à fundamentação teórica e a alguns conceitos apresentados por Gaston Bachelard.

Ressaltamos nossa crença de que adotar a QV (especialmente seus princípios) não se trata de inventar novamente a Química, mas trata-se de fazê-la evoluir em termos de uma nova racionalidade – a racionalidade ambiental -, e nesse sentido epistemológico é necessário que haja uma ruptura com a racionalidade anterior, melhor evidenciada pela Química Clássica. Entende-se por Química Clássica àquela mais voltada à indústria e com preocupações que consideram aspectos como rendimento e seletividade mais importantes que os aspectos ambientais.

Porém, do ponto de vista das teorias e práticas da Química, é necessário que haja uma evolução, mas não necessariamente uma ruptura com todos os aspectos desta. Por isso enfatizamos em nosso trabalho que em certo sentido é necessário uma ruptura com práticas descuidadas e despreocupadas com o ambiente, e em outros uma evolução ligada à racionalidade ambiental no âmbito da ciência Química.

O estudo da epistemologia de Bachelard se dará por meio de algumas de suas categorias principais, sobretudo pelas noções de obstáculos epistemológicos. Estes podem fornecer subsídios que nos ajudarão a compreender as eventuais dificuldades dos químicos verdes (principiantes ou não) em fazer evoluir a Química Clássica à QV, por

³ Paradigma tem um sentido geral de padrão normativo, referência, não estreitamente ligada ao termo kuhniiano, uma vez que os autores usados para essa análise não adotaram o referencial.

exemplo, evidenciando a importância da crítica à história do desenvolvimento da Química descompromissada com o ambiente, da ideia da verdade e do erro no desenvolvimento e na aquisição de (novos) conceitos.

Assim, entender quais são os obstáculos que podem estar impedindo a evolução da Química para a QV nos ajuda a compreender o que poderá estar causando uma possível “cortina de fumaça” nos discursos verdes dos químicos (suas ideias de sustentabilidade ambiental e de alcance do DS) e poderá fornecer-nos elementos para trabalhar na superação destes eventuais obstáculos. Como hipótese, acreditamos que estes podem ser dos mais variados, por exemplo: a QV sendo interpretada como uma visão salvacionista dos problemas ambientais, o qual imputa a QV soluções que esta não pode e não consegue aportar; muitos dos autodenominados químicos verdes não levam em conta em seus trabalhos os aspectos da limitação termodinâmica ao alcance da Sustentabilidade Ambiental e tampouco os interesses econômicos da indústria na adoção desta perspectiva preventiva da Química; apresentam noções de senso comum sobre eficiência técnica ou ecoeficiência; entendem que fazer QV é apenas a aplicação de algum dos 12 princípios, expressando uma visão ambiental de ciência reducionista. Enfim, estes são alguns exemplos de visões distorcidas muito comuns na comunidade dos autodenominados químicos verdes e que podem gerar dificuldades no desenvolvimento e avanço da QV, além de criar uma visão equivocada do que devem ser as práticas em QV.

De modo que, nosso trabalho tem como objetivo responder o seguinte **Problema de Pesquisa**:

Quais obstáculos à evolução da Química para a perspectiva QV apresentam os trabalhos dos autodenominados químicos verdes divulgados na 37^a RASBQ e em que medida estes obstáculos podem estar dificultando uma ruptura com a Química Clássica?

E, como **questões complementares**, responder:

1. Que visões de meio ambiente e de problemas ambientais apresentam os autodenominados químicos verdes, e que tipo de soluções aportam em suas produções acadêmicas em relação à sustentabilidade ambiental?

2. Estaria o discurso de preocupações/cuidados ambientais dos químicos se constituindo enquanto uma “cortina de fumaça” à manutenção dos princípios e valores da química clássica?

3. Em que medida os autodenominados químicos verdes expressam preocupações formativas em seus trabalhos?

Deste modo, como **objetivos** temos:

Objetivo Geral:

Reconhecer e problematizar possíveis dificuldades epistemológicas à evolução da Química clássica à QV, presentes em trabalhos dos autodenominados químicos verdes na 37ª RASBQ.

Objetivos específicos:

1. Analisar as justificativas e características predominantes dos trabalhos em QV da seção especial da 37ª RASBQ, especialmente se estas são mais de técnica/química ou socioambientais;

2. Identificar e discutir possíveis obstáculos epistemológicos, especialmente as noções de senso comum, sobre meio ambiente e da eficiência técnica, que estariam dificultando a evolução da Química Clássica à QV;

3. Identificar e discutir possíveis indicações de rupturas epistemológicas em direção à perspectiva da QV apontados nesses trabalhos.

4. Identificar possíveis tendências à inserção da QV e da dimensão ambiental na Química e no Ensino da Química;

Considerando a questão de pesquisa e com o intuito de vislumbrar os objetivos delineados, estruturamos a dissertação da seguinte maneira:

No Capítulo 1, buscamos analisar a relação Química e ambiente, fazemos um breve resgate histórico sobre acontecimentos mundiais e problemas ambientais que de certa forma influenciaram/incentivaram o surgimento da Química Verde. Também apresentamos o que é de fato QV, quais são seus objetivos e princípios. Finalizamos esse capítulo apresentando algumas situações onde são encontradas dificuldades que a Química Verde enfrenta e algumas limitações relativas à mesma.

No Capítulo 2, apresentamos nossos referenciais teórico e epistemológico, baseados em Gaston Bachelard, que fundamentaram e orientaram a análise dos trabalhos que constituem a amostra de pesquisa, especialmente as categorias bachelardianas de obstáculos epistemológicos.

No Capítulo 3, são descritos os aspectos metodológicos da pesquisa, os caminhos percorridos no levantamento das informações que se mostraram relevantes para a continuidade dessa pesquisa.

O Capítulo 4 é dedicado às análises dos dados levantados no capítulo anterior, à luz dos vários trabalhos disponíveis na literatura referente à QV e dos referenciais teóricos adotados nesse estudo. Encerramos nosso trabalho com as considerações finais a respeito da investigação.

CAPÍTULO 1 – Breve Histórico Sobre a Química Verde

Os problemas ambientais tem sido assunto constante nas mais diversas áreas de estudo da ciência, sendo uma preocupação da sociedade como um todo e a cada dia ganhando maior repercussão, devido às inquietações existentes com a manutenção dos recursos naturais e equilíbrio ecológico necessário para sustentar a vida humana com qualidade no presente e no futuro. Podemos dizer que tem se instaurado uma crise ambiental, ligada ao modelo de desenvolvimento vigente, que orienta e estimula o consumo, a utilização de recursos naturais não renováveis servindo como matéria prima e o ambiente servindo como depósito de resíduos. Tem se tornado claro que há exploração de bens naturais em busca desse desenvolvimento, tanto científico quanto tecnológico e, desta forma, a temática ambiental acaba se tornando o núcleo da crise global, que é resultado do modelo de civilização baseado na expansão do sistema capitalista. Logo, em função da complexidade entre os fatores e interesses envolvidos, pensar e agir de forma preventiva frente aos problemas ambientais acaba sendo uma dificuldade.

Abreu *et al* (2008) comentam que são várias as consequências dos problemas ambientais, mas dentre estas é importante destacar que hoje a humanidade vive sobre certo grau de incerteza sobre a vida do planeta. Pesquisas científicas e em grande parte a mídia têm mostrado com frequência danos ambientais causados pelo modelo de desenvolvimento vigente, particularmente sobre atividades produtivas e o nosso padrão de consumo. Convivemos diariamente com aspectos relacionados a essa problemática, por exemplo: aquecimento global, poluição atmosférica, dos solos e das águas, crise energética, queimadas, chuva ácida, desmatamentos, diminuição dos recursos naturais, miséria, conflitos territoriais, dentre tantos outros. Como comentamos anteriormente, tais problemas seriam oriundos principalmente do tipo de relação estabelecida entre os seres humanos e o mundo físico e biótico, sendo que estas relações são orientadas por prioridades individuais e também corporativistas, por valores e interesses que não consideram os outros seres vivos, tampouco as futuras gerações.

Como acentuado a pouco, o crescimento econômico e o desenvolvimento tecnológico no planeta têm proporcionado benefícios à sociedade, paralelamente, há várias consequências devastadoras ao ambiente. Apesar de hoje este tema estar sempre presente, nem sempre

esteve à frente das discussões sobre a conservação da vida na Terra, mas alguns acontecimentos trouxeram esse tema à tona. O período que abrange o século XIX ficou marcado pela difusão da industrialização no mundo, contudo não havia consciência ambiental. O meio empresarial era dominante e seu foco era apenas em lucros e consumo, sem preocupação com o meio ambiente. Esse desenvolvimento industrial resultou em um aumento da qualidade de vida, acarretando em um aumento da população mundial que, segundo Marcondes (2005, *apud* Meirelles, 2009), era de 500 milhões em 1690, cresceu para 2,5 bilhões em 1950. E, nesta mesma, época a questão da escassez dos recursos naturais acabou se agravando, pois as políticas de governo mundiais ainda se mantinham distantes de uma consciência ambiental.

Com base nesta perspectiva, são lançadas campanhas de conscientização ambiental, que de forma geral têm como objetivo a inserção de uma nova ordem econômica que respeite a natureza, para que assim empresários e indústrias passem a demonstrar preocupação, de maneira espontânea ou forçada, e sinalizem mudanças na maneira como desenvolvem suas atividades.

Sinais iniciais de uma maior preocupação com a questão ambiental começaram a surgir a partir de 1949, quando foi realizada em Lake Success, nos EUA, a Conferência Científica da Organização das Nações Unidas sobre a Conservação e Utilização de Recursos (UNSCCUR), e foi em meados da década de 50 que o meio acadêmico começou a se manifestar através de ambientalistas, sendo iniciado um processo de estudos e pesquisas sobre questões ambientais. Mas foi a década de 60 que ficou marcada mundialmente pela publicação de uma das obras mais importantes do século XX: “Primavera Silenciosa”, da autora Rachel Carson, em 1962. Este livro é considerado como o primeiro alerta mundial contra os efeitos nocivos do uso de pesticidas na agricultura (como o DDT – Dicloro-Difenil-Tricloroetano) e marca o surgimento de um movimento ecológico apoiado em uma literatura que anunciava a consciência dos limites do progresso e dos riscos associados à exploração sem medida dos recursos das sociedades industriais. A obra tornou público o impacto da indústria química, ajudando a suscitar uma mudança de atitude dos Estados Unidos e de outros países do mundo em relação aos pesticidas e poluentes. A denúncia se tornou um marco na revolução ambientalista e despertou um movimento em torno da consciência ecológica. O livro também influenciou a criação da Agência de Proteção Ambiental (EPA) nos Estados Unidos (FARIAS, 2011).

Segundo Farias (2011),

(...) a problemática ambiental entra em foco a partir da Conferência Intergovernamental de Especialistas sobre as Bases Científicas para Uso e Conservação Racionais dos Recursos da Biosfera, conhecida como Conferência da Biosfera, realizada em 1968 e com a publicação, no mesmo ano, do Relatório Meadows, conhecido como Relatório do Clube de Roma. Este relatório abalou as convicções da época sobre o valor do desenvolvimento econômico e a sociedade passou a fazer maior pressão sobre os governos acerca da questão ambiental, influenciando de maneira decisiva o debate na Conferência de Estocolmo, em 1972, que se caracterizou como a primeira atitude mundial em tentar organizar as relações entre o Homem e o Meio Ambiente. Esta conferência marcou o início do avanço das ideias intervencionistas no mundo que iriam ampliar o caráter preservador dos recursos naturais.

Na década de 80, ocorreram diversas conferências mundiais sobre o tema do Meio Ambiente. O ano de 1983 foi marcante, pois foi quando a Assembléia Geral das Nações Unidas solicitou ao secretário geral que indicasse uma “Comissão Mundial do Meio Ambiente e do Desenvolvimento” (CMMAD), para preparar um relatório a respeito do Desenvolvimento e do Meio Ambiente, em termos mundiais. Quem presidiu essa comissão foi a senhora Gro Harlem Brundtland, na época Primeira Ministra da Noruega. Aqui no Brasil ficou conhecido como “Relatório Brundtland”, publicado em 1987 sob o título: “Nosso Futuro Comum”. Nele, contém informações coletadas pela comissão durante um período de três anos de pesquisas e análises, onde se destacam as questões sociais referentes ao uso da terra, sua ocupação, suprimento de água, abrigo e serviços sociais, educativos e sanitários, além de administração do crescimento urbano (BARBOSA, 2008). A partir da produção deste relatório surgiu o conceito de Desenvolvimento Sustentável, definido da seguinte maneira: “Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades”.

Na década de 90, houve um consenso mundial da necessidade de preservação do meio ambiente. Em 1991, após a Lei de Prevenção à Poluição (LPP), a agência ambiental norte-americana EPA através de

seu escritório para prevenção da poluição lança o programa “Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição”, criado como uma linha de financiamento para projetos de pesquisa que incluíssem a prevenção de poluição em suas sínteses, ou seja, fabricar produtos por meio de processos ambientalmente corretos. Em 1993 este programa foi expandido para incluir outros temas, tais como solventes ecológicos e produtos químicos mais seguros, sendo renomeado e adotando oficialmente o nome de “Química Verde” (QV). Conforme apresentam Farias e Fávoro (2011), nesta época começaram a surgir ou a se definir conceitos e iniciativas industriais e governamentais que já estavam em “gestação” e muito contribuíram para o estabelecimento da QV.

Em um artigo apresentando a QV desde sua gênese, Machado (2011) mostra que a QV emergiu como sendo uma resposta aos problemas que a Química/Química Industrial vinha sentindo há tempos e de forma crescente quanto à produção de resíduos. Esta origem industrial que potencializou o surgimento e desenvolvimento da QV é a mesma que contribuiu para o desenvolvimento da Química Pura a partir da Química Industrial no século XIX. Começou a ser estabelecida então não somente uma mudança que levaria muitas empresas a reavaliarem os seus processos de produção, buscando ganhos ambientais além dos econômicos. Estabelecia-se um conceito mais abrangente, que reuniria em seus 12 princípios básicos muitos dos conceitos e movimentos anteriores.

Ainda em 1993, foi fundado na Itália o Consórcio Universitário Química para o Ambiente (INCA), que tinha como objetivo reunir grupos acadêmicos que estivessem envolvidos com química e ambiente. Uma das áreas de atuação é a prevenção da poluição através de pesquisas em reações, produtos e processos mais limpos. O INCA promove anualmente a Escola Internacional de Verão em Química Verde e tem contado com a participação de químicos de 20 países diferentes. (LENARDÃO *et al.*, 2003).

Em 1995, o governo norte americano instituiu um programa com o objetivo de premiar inovações tecnológicas que pudessem vir a ser implementadas na indústria para a redução da produção de resíduos na fonte, em diferentes setores da produção. Esse programa é intitulado “*The Presidential Green Chemistry Challenge*” (PGCC) e anualmente os trabalhos são premiados em cinco categorias: acadêmico, pequenos negócios, rotas sintéticas alternativas, condições alternativas de reação e desenho de produtos químicos mais seguros. Foram instituídos prêmios

similares a este em países como Inglaterra, Itália, Austrália, Alemanha (LENARDÃO *et al.*, 2003).

Dois anos depois, em 1997, foi criado o “*Green Chemistry Institute*” (GCI), que atua em parceria com a “*American Chemical Society*” (ACS) desde 2001. Em setembro do mesmo ano a “*International Union for Pure and Applied Chemistry*” (IUPAC) organizou sua Primeira Conferência Internacional em “*Green Chemistry*” na cidade de Veneza. Em julho de 2001, a IUPAC aprovou a criação do Sub-Comitê Interdivisional de “*Green Chemistry*”, e, em setembro do mesmo ano, foi realizado o *Workshop* sobre educação em “*Green Chemistry*” da IUPAC. Outra importante instituição, a “*Royal Society of Chemistry*” (RSC) lançou em 1999 o periódico *Green Chemistry*, com um índice de impacto bastante relevante.

Temos então uma definição do que seria a QV feita por Paul Anastas e John Warner (1998): “A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos químicos e processos, para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas à saúde humana e ao meio ambiente.” No ano de 1998 em Veneza e no ano seguinte em Paris, ocorreram movimentos com a finalidade de definir as principais áreas de desenvolvimento da QV. Criou-se, assim, um consenso sobre os princípios básicos da QV. Paul Anastas e John Warner propõem 12 princípios que devem ser considerados quando se pretende a implementação da QV na indústria ou instituição de ensino e pesquisa, e estes são apresentados no Quadro 1.

Cortês Jr. (2013), destaca que:

Os princípios da química verde estão diretamente relacionados à atividade do profissional da química, seja em laboratório ou na indústria, e podem ser estruturados no tripé: 1) o uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima; 2) aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto e 3) evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas (pág 60).

Segundo Meirelles (2009), utilizando estudos de Sanseverino (2000), no cenário brasileiro os conceitos de QV começaram a ser difundidos recentemente, tanto no meio acadêmico quanto nos industrial

e governamental. Foi criada uma página na *internet*⁴ pelo grupo de Síntese Orgânica Limpa do Instituto de Química e Geociências da Universidade Federal de Pelotas com informações sobre a QV. No início de 2006, o Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos promoveu a sua 26ª “Escola de Verão” enfocando a QV⁵, e contou com a participação de pesquisadores e palestrantes nacionais e internacionais de renome nesta área.

O Instituto de Química da USP realizou em janeiro de 2007 a primeira “Escola de Verão em Química Verde”, e em novembro do mesmo ano foi realizado o primeiro “*Workshop* Brasileiro sobre Química Verde” em Fortaleza, e lá foi anunciada a instalação da “Rede Brasileira de Química Verde”⁶. Esta pretende ser o elemento institucional de promoção das inovações tecnológicas para as empresas nacionais, contando com o apoio da comunidade científica e o suporte das agências governamentais.

Quadro 1. Relação dos 12 Princípios da Química Verde.

(continua)

1	Prevenção: é melhor prevenir a formação de resíduos do que tratá-los posteriormente.
2	Economia Atômica: os métodos sintéticos devem ser desenvolvidos para maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos finais desejados.
3	Sínteses com Reagentes de Menor Toxicidade: sempre que possível, devem ser projetadas metodologias sintéticas para usar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade para a saúde humana e o meio ambiente
4	Desenvolvimento de Compostos Seguros: os produtos químicos deverão ser desenvolvidos para possuírem a função desejada, apresentando a menor toxicidade possível.
5	Diminuição de Solventes e Auxiliares: a utilização de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação etc) deverá ser evitada quando possível, ou usadas substâncias inócuas no processo.
6	Eficiência Energética: os métodos sintéticos deverão ser conduzidos sempre que possível à pressão e temperatura ambientes, diminuindo seu impacto

⁴ <http://www2.ufpel.edu.br/iqg/wwverde/>

⁵ <http://www.quimica.ufscar.br/EVQ2009/passado.htm#2006>

⁶ http://www.crq4.org.br/informativomat_1044

(conclusão)

	econômico e ambiental.
7	Uso de Matéria-Prima Renovável: sempre que possível técnica e economicamente utilizar matéria-prima renovável
8	Redução do uso de derivados: uso de reagentes bloqueadores, de proteção ou desproteção, e modificadores temporários que deverão ser minimizados ou evitados quando possível, pois estes passos reacionais requerem reagentes adicionais e, conseqüentemente, podem produzir subprodutos indesejáveis.
9	Catálise: reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são superiores aos reagentes estequiométricos.
10	Desenvolvimento de Compostos Degradáveis: produtos químicos deverão ser desenvolvidos para a degradação inócua de produtos tóxicos, não persistindo no ambiente.
11	Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição: as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos.
12	Química Segura para a Prevenção de Acidentes: as substâncias usadas nos processos químicos deverão ser escolhidas para minimizar acidentes em potencial, tais como explosões e incêndios.

(Fonte: LENARDÃO, J.E.; FREITAG, A.R.; *et al.* “Green Chemistry” – Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**, v. 26, n. 1, 123-129, 2003).

Esta mobilização de instituições, organismos e movimentos sociais nos mostram que a crise ambiental envolve questões importantes, porém que não são simples de serem resolvidas, dado que exigem grandes esforços para que haja mudança, principalmente que se dê nos sistemas políticos, econômicos e educacionais. Nos sistemas políticos porque há a necessidade do desenvolvimento de novas legislações, fiscalização. Nos sistemas econômicos no repensar as bases do sistema capitalista, visto que este incentiva o consumo desenfreado e a produção baseada em insumos não renováveis. E, finalmente, no sistema educacional, para que se promovam transformações na consciência e nas práticas dos indivíduos.

Conforme podemos observar diante desse breve resgate histórico, uma nova tendência na maneira de como cuidar dos resíduos químicos tem se intensificado nas últimas décadas. Segundo Zandonai *et al.* (2013), fundamentalmente, esta nova visão do problema considera que é preciso que se busquem alternativas que evitem ou minimizem a produção de resíduos. Isto implica na introdução de novos conceitos,

processos e valores para as diversas atividades fundamentais da Química, tanto acadêmicas como a dos diversos setores industriais. Este novo modo de ver e atuar da Química, chamado de QV, tem sua difusão e adoção entre os químicos de certa forma conflitante com práticas tradicionais e pouco cuidadosas com o meio ambiente.

É importante que se destaque o papel da Química frente à geração e à prevenção e tratamento dos problemas ambientais gerados por suas atividades, uma vez que a Química tem um “braço” muito forte na indústria. Porém, também é conveniente reconhecermos que para isso é necessário o aumento nos investimentos voltados ao desenvolvimento desse novo pensar e fazer da Química. E isso tem implicações no seu ensino, pois muitas vezes o tratamento dado a esse tema se restringe apenas a citações de problemas ambientais, de modo que reflexões mais profundas, no que diz respeito às questões ambientais e sua relação com a Química, não são favorecidas. Dessa forma, esta ciência necessita discutir e buscar colaborar com as soluções para os problemas ambientais, alcançando, assim, um novo paradigma, em que o ensino de Química seja voltado para um futuro sustentável, integrado ao meio ambiente e ao desenvolvimento econômico (FIEDLER *et al.*, 2005).

Com os sinais dessa crise ambiental sendo evidenciados, passaram a ser reveladas novas características e dimensões dos aspectos envolvidos nas questões ambientais. Sendo evidentemente complexa, ficou cada vez mais visível a necessidade de se empregar conhecimento de várias áreas, tanto para melhor compreender a crise ambiental, quanto para trabalhar no seu tratamento. Sendo assim, na busca por soluções para a crise ambiental, é preciso que se desenvolva um novo modo de pensar a respeito das estruturas sociopolíticas, que tenham como resultado uma mudança, em direção a uma nova vida, que seja ambientalmente sustentável (LIMA, 2004).

De acordo com Leff (2008, p. 17), a degradação ambiental “se manifesta como sintoma de uma crise de civilização, marcada pelo modelo de modernidade regido pelo predomínio do desenvolvimento da razão tecnológica sobre a organização da natureza”. Aqui o autor afirma que a problemática ambiental surge como sendo o sinal mais expressivo da racionalidade econômica que conduziu o processo de modernização nas últimas décadas do século XX. Ele defende que é necessário o desenvolvimento de estratégias que considerem a variável ambiental, assim considera-se necessária uma ruptura com o racionalismo econômico que nega a natureza, para que se torne possível promover um desenvolvimento sustentável. Quando fala do desenvolvimento

sustentável, Leff (2008) alega que a racionalidade econômica resiste à mudança e que a sustentabilidade passa a ser somente uma estratégia de simulação e perversão do pensamento ambiental que busca reconciliar os que são contrários à dialética do desenvolvimento – o meio ambiente e o crescimento econômico.

Porém, de acordo com Lima (2004), perspectivas como essa apresentada por Leff, tendem a reduzir as questões ambientais a problemas puramente ecológicos, pois não enfatizam a necessidade de se incorporar outras diversas dimensões como: social, ética, cultural, científica e política ao fenômeno natural. Sendo tratada dessa forma excluem-se fatores indispensáveis à compreensão e à resolução dos problemas ambientais. Logo, sob esse ponto de vista, a questão ambiental é vista de forma unilateral, fragmentando a realidade para explicar a totalidade através de uma de suas partes. Por este motivo há a necessidade do entendimento da complexidade das questões ambientais para além de somente uma de suas dimensões, pois abordagens ecologistas ou tecnicistas, individualistas e comportamentalistas, acabam por destacar somente os efeitos mais superficiais dos problemas ambientais e desprezar suas causas mais profundas, como os sistemas que as originam, tais como o produtivo, político e econômico.

Também Sachs (2007) afirma, e partilhamos de sua colocação, que os adjetivos que são acrescentados ao termo “desenvolvimento” é que dão a ênfase ao que deve ser priorizado. Segundo ele o crescimento econômico está longe de resolver os problemas relacionados à crise ambiental, então aposta na ideia de um tripé da sociedade: desenvolvimento socialmente incluyente, ambientalmente sustentável e economicamente sustentado. Essas três perspectivas básicas têm como finalidade a incorporação de posturas éticas e sociais, como garantia a um possível desenvolvimento dito sustentável.

Segundo o que afirma Sousa-Aguiar *et al.* (2014) usando Clark (1999), a busca por tecnologias cada vez mais limpas é acompanhada pelo surgimento de novos desafios. Contudo, esses desafios podem ser oportunidades de novas descobertas na Química e, além disso, o conceito de QV pode ser a oportunidade de recuperar a imagem, já muito manchada, da indústria química.

Anastas e Kirchof (2002) comentam que os avanços na área visam a aumentar a segurança dos processos e também resolver questões mundiais como a mudança climática, produção de energia,

disponibilidade de recursos hídricos, produção de alimentos e a emissão de substâncias tóxicas ao meio-ambiente.

Na visão de Anastas (1998) e outros pesquisadores, até hoje, a formação do químico esteve muito preocupada com a excelência técnica do profissional. Agora o objetivo é manter a qualidade técnica do ensino, mas formar, antes de tudo, cidadãos. É uma exigência da sociedade. Ela quer profissionais que tenham conhecimentos técnicos, mas também uma visão global, que possuam os mesmos anseios cívicos, como na questão ambiental, e que sejam flexíveis para adaptar o conhecimento técnico às novas exigências sociais. (Farias e Fávaro, 2011).

Discutir suas implicações no domínio da química quer básica (compostos e sua síntese), quer tecnológica (design e gestão dos processos), passa por um processo de formação para a cultura dos cuidados com o ambiente desde cedo junto aos estudantes do ensino médio. Mas não só. Também as instituições de ensino superior necessitam ser pioneiras na divulgação e práticas da QV, pois a formação de profissionais da química estimulará procedimentos mais limpos, uma menor geração de efluentes, a criação de novas metodologias analíticas, ou seja, será adquirida uma atitude de prevenção à poluição.

É importante que a comunidade química esteja plenamente consciente do desafio que os problemas ambientais, agora já globais, nos trazem e que a Química por ela mesma, tem grande capacidade para resolvê-los. Muito conhecimento foi adquirido para permitir que continuemos a alegar ignorância a respeito da QV e, conseqüentemente, sobre a possibilidade de se projetar a fabricação e a utilização de substâncias mais eficazes e seguras.

1.1- Possíveis limitações impostas ao desenvolvimento da Química Verde

Muito tem se falado a respeito de QV nos últimos anos, em parte por ser um tema novo – quando comparado com a história de toda a Química clássica - e com crescente destaque no cenário das preocupações ambientais, e em parte porque fazer QV e ser um químico verde tornou-se algo em evidência. E aí começa o problema, pois muitos se autodenominam químicos verdes sem necessariamente saberem o que é a QV, quais são seus fundamentos, sem propriamente entenderem que

esta se propõe enquanto uma nova filosofia química, demandando que haja uma reformatação no modo de ver, pensar e fazer química. Por esse motivo muitas visões equivocadas podem ter se disseminado no meio acadêmico e científico – alguns dos quais já salientamos ao longo deste texto dissertativo - e que têm criado aquilo que denominamos uma “cortina de fumaça”, que encobre e dificulta a aceitação e disseminação da QV na comunidade química. Alguns desses equívocos são claros e conseguimos identificá-los facilmente. Outros realmente estão encobertos, e demandam uma análise mais profunda.

Sabemos que a imagem da Química é relacionada com problemas ambientais procedentes do modelo de atividades industriais desde há muito tempo, e mais acentuadamente desde o início do século XX, quando se intensificaram as produções e processos industriais em uma economia globalizada. Essa relação tem razão de existir, pois a química realmente gera resíduos e poluição, e seus reflexos no meio ambiente reforçam a necessidade de preocupação com diminuição e eliminação dos riscos. O principal objetivo da QV, como já anunciamos, é reduzir ou eliminar o uso ou a produção de compostos perigosos durante o planejamento, manufatura e aplicação de produtos químicos. Porém não é totalmente possível que não haja geração de resíduos em reações químicas, pois no processo de produção do produto desejado quase sempre temos também a produção de substratos secundários, os quais geralmente são ou prejudiciais ao ambiente ou são subprodutos inutilizáveis, portanto descartáveis e custosos econômica e entropicamente.

A necessidade de se pensar a Química diante de uma nova filosofia se justifica quando nos deparamos com esse tipo de situação, pois uma reação química precisa ser pensada antes de ser realizada considerando os riscos à natureza e à saúde humana, para além do rendimento e seletividade. Portanto, devem-se planejar tanto os produtos desejáveis quanto os produtos indesejados que podem ser gerados, buscando-se assim metodologias de síntese de maneira de minimizar ou evitar essa produção. É isto que a situa enquanto uma nova filosofia da Química, na prevenção da geração de resíduos, não apenas no tratamento destes. Em resumo, a QV é uma nova prática da Química adequada para trazer Sustentabilidade em produtos e processos químicos.

Compreende-se, a partir do exposto anteriormente, que a QV tem se constituído em uma abordagem primordial na reformatação de modelos teóricos e práticos da Química, para que se desenvolvam

metodologias e processos científicos e tecnológicos que busquem oferecer respostas e soluções aos desafios ambientais, contribuindo assim para a superação dos paradigmas clássicos da Química – o paradigma do risco e o da diluição (MARQUES *et al.*, 2013).

Sobre o paradigma da diluição, Machado (2011) comenta que o mesmo era vigente antes do ambientalismo, quando se acreditava que um amplo espalhamento dos poluentes no ar e sua dispersão na natureza eram traduzidos em baixas concentrações dos poluentes e estes eram assimilados pela ecosfera. Apresenta também que este paradigma foi substituído pelo paradigma do risco, que é baseado na capacidade assimilativa do ambiente em absorver e degradar poluentes sem danos, e supostamente existiria um grau de exposição aos quais organismos podem ser expostos com pouco ou nenhum efeito adverso.

Logo, o paradigma do risco está baseado na avaliação dos riscos das substâncias para a saúde humana e do ambiente, mas tem fragilidades intrínsecas que embora permitam progressos no combate à poluição não permitem a resolução completa dos problemas (Machado, 2011). Thornton (2000) apresenta seis pressupostos, ou falhas, do paradigma do risco que estão em profundo desacordo com a realidade da poluição global que revelam a extensão e as razões para o fracasso dessa abordagem, pois uma contaminação global provoca efeitos colaterais universais e danos sistêmicos, não riscos individuais.

Em contrapartida, neste mesmo artigo, Thornton (2000), propõe a adoção de um paradigma ecológico, apoiado no princípio da precaução. Este novo paradigma é baseado em uma visão da natureza que deriva da ecologia, onde leva em consideração que os organismos e ecossistemas são complexos e estão integrados. Este paradigma reconhece os limites da ciência e da natureza, onde nunca se pode prever completamente ou fazer um diagnóstico dos impactos de substâncias químicas individuais sobre sistemas naturais. Ao invés de pressupor que os impactos serão baixos, devemos evitar práticas que possam ter o potencial de causar danos graves, mesmo que não existam provas para esse risco. Esta perspectiva leva em conta o princípio da precaução em face da incerteza científica: quando os impactos são potencialmente graves e irreversíveis, devemos errar por ser cautelosos antecipando e prevenindo os danos ambientais. Esta é justamente a principal preocupação da QV: Prevenção.

Outro aspecto importante a ser considerado na prática da QV é tentar evitar casos de falsa “verdura química”, comentados por Machado

(2008), quando este analisa alguns exemplos de situações em que o seguimento de alguns dos princípios da QV conduziu a um inegável acréscimo de verdura, mas apenas de forma aparente, pois as soluções adotadas foram propostas para resolver algum problema, mas acabaram por criar outros. A respeito disso, Costa, Ribeiro e Machado (2008) chamam a atenção que para um processo ser considerado verde, todo seu procedimento deve obedecer e se inserir nos princípios da QV, desde os reagentes até os produtos finais, pois a QV deve ser praticada de forma holística para que o processo como um todo seja considerado globalmente verde.

Machado (2008) cita quatro exemplos, vamos resumir aqui um destes: reações de síntese orgânica catalisadas por pequenas moléculas orgânicas em presença de água. Estas reações permitem a obtenção de maior velocidade de reação e enantiosseletividade aumentada. O uso da água como solvente cumpre o princípio 5 da QV (ver Quadro 1), e o uso de catalisadores orgânicos segue o princípio 9. Entretanto, tais reações podem originar resíduos constituídos por misturas complexas de água e solventes orgânicos. A separação dos solventes orgânicos nestas misturas é complexa e, na prática, não pode ser feita sua recuperação. Além disso, as misturas são difíceis de incinerar, devido à presença da água. Em resumo, o que à primeira vista se ganha em verdura na reação é perdido quando se cria um problema ambiental de difícil resolução com os resíduos destas reações.

Machado (2008) completa seu argumento dizendo que, algumas vezes, quando da utilização de algum dos 12 princípios para analisar os resultados de uma síntese ou processo químico de obtenção de compostos, autores argumentam e apresentam as melhorias considerando apenas uma variável (um dos 12 princípios) ou alguns aspectos químicos que indicam melhoria na verdura química. Todavia, estes acabam por desconsiderar outras importantes variáveis (inclusive outros dos 12 princípios da QV, a exemplo do número 6, ligado à eficiência energética) que podem tornar o processo nocivo ao meio ambiente. Em tal situação, as boas intenções iniciais são frustradas devido a efeitos colaterais esquecidos ou que não são previstos (Machado, 2014). Por este motivo é fundamental ampliar os sistemas de análise da verdura química, por um sistema de métricas, em que seja possível avaliar até que ponto reações, processos e/ou compostos químicos são de fato verdes.

Estes aspectos são discutidos por Machado (2007) que apresenta uma maneira de avaliar a presença dos 12 princípios da QV, denominada de Métricas de QV, que segundo ele são definidas como:

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

A QV, como a própria Química, é uma prática bastante complexa. Aferir a verdura química de produtos ou processos é uma tarefa que exige muito cuidado. Nessa tarefa as métricas são utilizadas em situações de diversos tipos e escalas. Porém é sempre importante lembrar que a verdura química tem que ser aferida globalmente, pois – como acima argumentamos - em algumas situações pesquisadores químicos bem intencionados na procura do aumento da verdura têm produzido trabalhos a fim de melhorar o cumprimento de um princípio específico, porém se esquecem de verificar o que acontece com os demais princípios. São frequentes os trabalhos denominados “verdes” que “esquecem” desse “detalhe”, pois alguns dos outros princípios QV passam a ser bem menos satisfeitos. Isso acarreta na deterioração da verdura global, tornando-se um caso de falsa QV (Machado, 2014).

Assim, a utilização das métricas⁷ em QV e dos conhecimentos de diferentes instrumentos criados para avaliar a verdura química de uma reação ou melhoria em um processo químico, contribui fortemente para desvelar a “cortina de fumaça” eventualmente criada aos casos de falsa QV e o alcance da sustentabilidade ambiental por meio desta. Declarar as limitações dos processos químicos e da própria QV a este escopo

⁷ Não é nosso objetivo nesse trabalho apresentar uma extensa discussão sobre as métricas da QV, mais informações e exemplos dessa ferramenta podem ser encontrados no livro “Introdução às Métricas da Química Verde: Uma visão sistêmica”, do autor Adélio Machado, publicado em 2014 (referência presente neste texto).

(prevenção aos problemas ambientais), não significa, entretanto, diminuir a contribuição da QV aos esforços de salvaguarda ambiental. Tampouco o uso de métricas é um aspecto de métrica moral para denunciar falsos químicos verdes, mas sim elas se constituem em um valioso instrumento de aferição que auxilia a difusão do real conceito, propósitos e resultados da QV e a inserção efetiva em práticas de QV.

A QV tem colaborado no desenvolvimento científico e em inovações tecnológicas associadas à sustentabilidade. Atualmente conhece-se melhor seus campos de interesse, suas aplicações e produções. Pensando pelo ponto de vista filosófico, a questão ligada à idéia da Sustentabilidade Ambiental no aperfeiçoamento de práticas químicas requer que seja bem definida, pois esta precisa ser confrontada com os limites físicos e também materiais determinados pelo ambiente.

Nesse aspecto, Marques *et al.* (2013) discutem sobre o tema da Sustentabilidade Ambiental em um estudo com pesquisadores químicos brasileiros na compreensão dos termos Sustentabilidade Ambiental e DS. É relatado pelos autores que existe certo grau de reconhecimento da necessidade de um desenvolvimento que seja mais sustentável, mas pouco consenso sobre a relevância dos problemas ambientais. Também observaram que os participantes da pesquisa apenas adotam o conceito de DS, porém sem problematizá-lo, não levando em consideração sua complexidade e magnitude. Os participantes reconheceram as limitações dos paradigmas clássicos “de diluição” e “de risco”, mas não demonstraram acordo sobre os requisitos do novo “paradigma ecológico” proposto por Thornton (2000), baseado na Sustentabilidade Ambiental e nos 12 princípios da QV. No que diz respeito à Sustentabilidade Ambiental e à sua relação com os postulados da Termodinâmica, as respostas demonstram que estes não estão atentos a isso, parecem esquecer que estamos submetidos a esta limitação.

Ainda sobre a Sustentabilidade Ambiental, Marques *et al.* (2013) afirmam que esta é manifesta fundamentalmente em três dimensões diferentes: econômica, social e ambiental. Isso, ao mesmo tempo em que amplia sua complexidade, também potencializa que sejam feitas interpretações alternativas do conceito. Na dimensão econômica essa relação parece ser colocada em torno do modelo de desenvolvimento, cujos processos e utilização dos recursos energéticos e materiais envolvidos nas transformações trazem inevitáveis conseqüências ao ambiente.

Alguns autores expõem suas interpretações (Cechin 2010, Prigogine e Stengers 1984), e estas interpretações colocam a Termodinâmica no centro da análise sobre Sustentabilidade, indicando a premente necessidade de considerá-la na análise crítica sobre os fundamentos contidos na noção de DS formulado no Relatório Brundtland.

Os conceitos de DS e Sustentabilidade são muitas vezes utilizados como sinônimos, mas há uma diferença: DS refere-se a uma nova via de desenvolvimento da nossa atual civilização tecno-industrial adequada para alcançar o objetivo de um estado final sustentável - a Sustentabilidade. Marques e Machado (2013), ao comentarem sobre DS e usando Huesemann (2003), apontam que o DS, tal como apresentado no Relatório Brundtland é vago, limitado e inclui uma contradição interna, quando objetiva tanto o crescimento econômico quanto a proteção ambiental.

Ainda neste mesmo trabalho, Marques e Machado (2013) destacam razões que Huesemann (2003) aponta e que mostram porque os avanços tecnológicos não são suficientes para alcançar a Sustentabilidade: a dificuldade de mudar o sistema industrial e econômico, para que estes sejam baseados unicamente em fontes renováveis; Sustentabilidade em longo prazo só pode ser garantida se a energia obtida for a do sol, de forma direta ou indireta; Existe um otimismo tecnológico exagerado, porém a Segunda Lei da Termodinâmica (que confere um aumento de entropia, sempre que qualquer mudança material é feita, tanto na fabricação de produtos e/ou na reciclagem de resíduos) é negligenciada, pois ela impõe que todas as atividades industriais e econômicas têm conseqüências ambientais negativas inevitáveis; A melhoria da ecoeficiência por si só não irá garantir uma redução nos impactos ambientais negativos, sendo que o regime econômico visa o crescimento contínuo.

Na dimensão social, onde se incluem questões éticas e políticas, pode-se destacar o conceito de DS sendo tomado como ponto de partida para uma nova visão de desenvolvimento social (Hull, *apud* Marques *et al.*, 2013). Marques *et al.* (2013) enfatizam o que Foladori (1999) diz sobre o conceito de DS, que este aporta a uma preocupação com o estado do meio ambiente, e nos últimos vinte anos esta se tornou uma noção mais operativa, que orienta o desenvolvimento de metodologias para medir a Sustentabilidade. No entanto, tais metodologias menosprezaram as contradições sociais, reduzindo a problemática ambiental a uma questão técnica.

Quando Thornton (2001) discute sobre a produção de materiais químicos sintéticos no ambiente ele frisa a necessidade de que sejam feitas mudanças no campo da Química, de forma que esta vise à proteção ambiental, pois o modelo que está em vigor e é fundamentado no paradigma do risco não é totalmente eficaz. Também afirma que “o conceito da QV representa uma parte crítica dessa mudança, mas por si só isto não é suficiente” (p.1231), e que a QV somente terá contribuição se fizer parte de uma nova política, sendo baseada no Princípio da Precaução. Porém, o autor acredita que este princípio ainda não dá a chave de como fazer para alcançá-lo, e salienta sobre a predominância histórica e também sobre os limites que exerceram os paradigmas da diluição e do risco no desenvolvimento da própria Química (MARQUES *et al.*, 2013).

Pelos diversos aspectos apresentados até aqui, vemos que a QV tem sido promissora na busca de novas tecnologias e procedimentos químicos das diversas áreas da Química e tem se situado como um novo estilo de fazer química. Porém, algumas de suas limitações têm sido negligenciadas, e isso é constatado pela escassez de material disponível na literatura versando sobre as dificuldades e limites da QV. É tempo de repensar quais problemas a QV pode ou não aportar, para que não seja propagada uma visão errônea do que se constitui a QV e esta acabe sendo denegrida.

Estas limitações exprimem que a Sustentabilidade Ambiental completa é fisicamente impossível, e que mais cedo ou mais tarde, isso vai pressionar alterações na própria QV. Neste sentido, deseja-se que os autodenominados químicos verdes estejam informados sobre estas limitações, e que isto seja considerado quando tentarem estabelecer procedimentos mais limpos na busca à Sustentabilidade – tendo conhecimento de que este é um limite inalcançável, pelos motivos já citados anteriormente.

Isso não tira o mérito dos trabalhos e pesquisas realizados em QV, pelo contrário, nos mostra o quanto tal perspectiva era necessária desde os primórdios da Química, pois se seus princípios tivessem sido pensados e adotados, muitos dos problemas ambientais atuais poderiam ter sido amenizados ou mesmo não existirem. No entanto, precisamos pensar no agora, e continuar produzindo produtos químicos, mas de uma forma diferente, ambientalmente responsável. Esta é uma exigência da sociedade, mas principalmente uma “exigência” da natureza, que já nos mostrou que é finita e inspira cuidados.

CAPÍTULO 2 – Uma Análise Epistemológica ao Desenvolvimento da Química Verde: Contribuições da Filosofia Bachelardiana

Neste capítulo procuramos explorar possibilidades de olharmos e entendermos como tem se dado a evolução da Química Clássica para a QV e o que tem impedido ou obstacularizado essa sua evolução, do ponto de vista das concepções mais gerais de meio ambiente e de ciência/Química. É importante deixarmos claro que “evolução” no nosso trabalho tem sentido amplo (*lato sensu*) e não está relacionado às definições de Thomas Kuhn. Evoluir, nesse caso, significa incorporar uma nova variável às práticas da Química, pois esta tem aspectos intrínsecos e que não se abandonam, no modo de fazer e pensá-la. É necessário, como já dito anteriormente, que haja uma ruptura com o paradigma de atuação da Química Clássica no sentido de que a nova prática, QV, seja adequada para buscar a Sustentabilidade Ambiental em produtos e processos químicos.

É necessária essa superação da Química Clássica, que está fundamentada nos paradigmas do risco e da diluição, porém esta superação não tem o sentido kuhniano (Revolução Científica), aqui se refere à noção de senso comum de paradigmas e superação. Assim como definido por Santos (1988), o senso comum aceita o que existe tal como existe e privilegia a ação que não produza rupturas significativas no real, e interpenetradas do conhecimento científico podem estar na origem de uma nova racionalidade, no desenvolvimento de um novo modelo.

Nesse caso, seguimos a linha de raciocínio de Bachelard, fundamentados na Filosofia do Não, que será explicada ao longo deste capítulo. Em poucas palavras, o sentido aqui é superar os aspectos da Química Clássica que não tem preocupação com problemas ambientais e que promove práticas descuidadas que afetam negativamente o meio ambiente, para incorporar o novo paradigma (ecológico) seguindo a filosofia da QV. Para isso não se nega a Química Clássica em favor da QV, mas ambas convivem numa atitude de conciliação.

Inicialmente, buscamos caracterizar aspectos norteadores do discurso epistemológico de Gaston Bachelard e as possíveis aproximações deste com nossa proposta de trabalho. Dentre as categorias mais importantes de Bachelard, procuraremos sistematizar as noções de obstáculos epistemológicos e perfil epistemológico, que são

fundamentais no pensamento de Bachelard, e são estas que utilizaremos ao longo da dissertação como embasamento teórico para nossas análises.

Poderíamos relacionar as duas noções de obstáculo epistemológico e de perfil epistemológico porque um perfil epistemológico guarda a marca dos obstáculos que uma cultura teve que superar. Os primeiros obstáculos, aqueles que encontramos nos primeiros estádios da cultura, dão lugar a nítidos esforços pedagógicos (BACHELARD, 1978, p. 30).

2.1 - Contribuições epistemológicas de Bachelard

Quando tentamos apresentar a epistemologia bachelardiana corremos o risco de retratá-la como um sistema acabado, porém sua marca central é o contínuo recomeçar, sempre nos exigindo constante vigilância epistemológica. Bachelard sempre se manteve crítico do materialismo e do idealismo, para assim construir uma epistemologia essencialmente histórica. Segundo o que afirma Lopes (1996, p. 250), para Bachelard só é possível efetuar uma reflexão crítica sobre a produção de conceitos quando nos debruçamos sobre a história das ciências.

Para compreender o seu projeto epistemológico, é preciso que se situe o seu pensamento no contexto histórico em que se constroem as ciências a partir do século XX. A sua obra epistemológica está marcada por uma reflexão sobre as filosofias implícitas nas práticas efetivas dos cientistas. Uma epistemologia histórica nos leva a questionar a possibilidade de definição de uma forma decisiva e universal do que é ciência. Ele queria dizer com isso que toda reflexão efetiva, capaz de estabelecer o verdadeiro estatuto das ciências formais ou abstratas, ou empíricas, deve ser necessariamente histórica.

Entretanto, para que esta história possa fornecer uma autêntica clareza, é imprescindível que esta aconteça de forma regressiva, ou seja, para compreender uma ciência do passado deve-se ir do presente para o passado. Pensando assim, ciência é um objeto construído socialmente, cujos critérios de cientificidade são coletivos e setoriais às diferentes ciências.

A importância da obra de Bachelard para professores e pesquisadores em ensino de ciências é inegável, pois ele se distingue dos outros filósofos ao trabalhar aspectos epistemológicos tanto na física, quanto na matemática e principalmente na química, dedicando livros especiais à física e à química. E sua pertinência torna-se maior se considerarmos sua trajetória como professor, pois sua passagem pelo ensino básico fez dele um filósofo preocupado com o ensino.

2.1.1 – A perspectiva do erro em Bachelard

Uma das contribuições fundamentais da epistemologia histórica de Bachelard é a primazia conferida ao erro, à retificação, ao invés da verdade, na construção do conhecimento científico. Frequentemente nós interpretamos o erro como um acidente, algo impuro, uma coisa que devemos evitar a qualquer custo, e em geral a ciência tende a descartar os erros cometidos. Para Bachelard, o erro tem outro significado e sua manifestação no processo de produção do conhecimento vem auxiliar no crescimento do conhecimento científico.

O erro, para Bachelard (1978), difere de forma significativa do erro que estamos habituados a pensar a partir do senso comum. Para exemplificar e facilitar a compreensão da gênese da palavra erro na concepção de Bachelard podemos nos apropriar daquele velho ditado popular: “é errando que se aprende”. Ou seja, o erro passa a assumir uma função positiva na gênese do saber e a própria questão da verdade se modifica. Não podemos mais nos referir à verdade, instância que se alcança em definitivo, mas apenas às verdades, múltiplas, históricas. As verdades só adquirem sentido ao fim de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros.

Se pensarmos na história da construção da ciência, todo erro constituído, ou seja, todo conceito determinado teve de ser retificado, para que novos conceitos fossem estabelecidos. É possível afirmar, portanto, que todos os novos conceitos provêm da ineficácia encontrada em conceitos anteriores, em explicar certos fatos. Portanto, não existem critérios universais ou externos para julgar a verdade de uma ciência. Cada ciência produz sua verdade e organiza os critérios de análise da veracidade de um conhecimento. Mas a lógica da verdade atual da ciência não é a lógica da verdade de sempre: as verdades são sempre provisórias. Conhecemos sempre contra um conhecimento anterior, sempre retificando o que se conhecia como sabido e sedimentado. Logo,

não existem verdades primeiras, apenas os primeiros erros: a verdade está em devir. Bachelard, portanto, se situa como o filósofo da desilusão, aquele que afirma: somos o limite das nossas ilusões perdidas (LOPES, 1996).

Isso significa dizer que somos a expressão, não de nosso conhecimento imediato, não de nossas habilidades inatas, mas do constante e descontínuo processo de retificação que nosso espírito sofre no decorrer da vida. O que sabemos é fruto da desilusão com aquilo que julgávamos saber; o que somos é fruto da desilusão com o que julgávamos ser. Com esta marcante renovação na compreensão de conhecimento, é introduzida uma interpretação epistemológica polêmica e descontínuista.

Ter em mente esses aspectos nos ajuda a pensar na importância da QV não como uma verdade que se sobreporá aos conhecimentos e práticas da dita Química Clássica, mas entendermos que esse contínuo recomeçar e revisar são necessários para que, como químicos, repensemos nossas práticas e encaremos a reformatação da Química Clássica como algo fundamental e que será uma melhoria/avanço no caminho de busca da Sustentabilidade.

2.2 - Obstáculos Epistemológicos

Bachelard dedica o livro “A Formação do Espírito Científico” para refletir acerca dos obstáculos epistemológicos. Quando o erro não é superado, ultrapassado, se não ocorre o salto epistemológico, o erro passa a fazer parte das crenças e ideias da pessoa ou do cientista envolvidos no processo de conhecimento. Passa então a ser considerado um obstáculo epistemológico.

O obstáculo epistemológico, segundo Bachelard (1996, p. 17) é algo que impede um indivíduo de progredir na esfera intelectual científica. As causas de inércia, estagnação e até regressão na ciência são decorrentes de erros que, sedimentados e afirmados pelos sujeitos produtores de conhecimento, tornam-se futuros obstáculos epistemológicos:

Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculo epistemológico que o problema do conhecimento científico deve

ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia as quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996, p. 17)

Neste sentido, a ênfase a noção de obstáculo epistemológico na filosofia histórica de Bachelard desempenha papel central na formação do novo espírito científico, na formação dos personagens diretamente vinculados à construção do conhecimento científico.

Bachelard considerava o cérebro humano como um órgão inacabado e em contínua formação, assim a mente é constituída de conhecimentos prévios. Ele esclarece que os alunos entram na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos, e cabe ao ensino “derrubar os obstáculos sedimentados pela vida cotidiana” (BACHELARD 1996, p. 23). Assim, não se trata de adquirir uma cultura, mas sim de mudar a própria cultura. Para o autor, o espírito deve se formar contra a natureza, ou seja, devemos lutar contra nossa própria tendência de estagnação e contra as ideias de que o conhecimento científico é algo natural e fácil. Essa luta com o que não é natural se exemplifica quando pensamos na dificuldade de se romper com as práticas e tendências da Química Clássica, que nos é natural, para um novo modo de ver e pensar a Química, a QV.

Quando não há uma ruptura entre conhecimentos, torna-se necessário entender a origem das dificuldades que são inerentes a essas rupturas. Neste momento que se considera importante a compreensão da concepção de obstáculos epistemológicos, pois, segundo Bachelard, é em termos de obstáculos que deve ser posto o conhecimento científico, e consequentemente a compreensão do seu progresso.

A constante retificação de erros e a superação dos obstáculos epistemológicos denotam o pensamento em seu dinamismo profundo, pois acentuam a fecundidade da atividade científica apreensiva acerca dos empecilhos que impedem o caminhar à racionalidade. Para que

esses empecilhos sejam superados, Bachelard (1996) defende a construção das perguntas, afirmando que:

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse *sentido do problema* que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído (BACHELARD, 1996, p. 18).

Vamos apresentar cinco categorias de obstáculos epistemológicos abordados por Bachelard (1996), que julgamos serem bastante representativas, pois são as que mais aparecem em trabalhos publicados na literatura. São eles: obstáculo decorrente da experiência primeira, obstáculo decorrente do conhecimento geral, obstáculo animista, obstáculo substancialista e obstáculo verbal.

Abaixo apresentamos brevemente qual é a ideia central para entender cada um destes obstáculos que Bachelard elencou, pois precisamos compreender a essência de como e o que se constitui um obstáculo epistemológico e assim reconhecer e relacionar aqueles que poderiam estar presentes nos trabalhos que iremos analisar relativos à QV. A ideia é que estes podem se constituir em nossas categorias analíticas para evidenciar os possíveis obstáculos ao desenvolvimento e propagação da QV.

Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é aquele resultante de observações da natureza que recebem explicações sem dedicar-lhes muita reflexão. Neste caso, o cientista se concentra apenas em suas impressões imediatas para explicar os fenômenos, detendo-se única e exclusivamente na percepção que tem deles em primeira mão, sem propor análises mais profundas, mais abstratas ou mais gerais e sem apresentar novas ideias (BACHELARD, 1996).

A experiência primeira é carregada pela observação das manifestações sem controle do cotidiano e tem como ponto de partida a experiência imediata da natureza. Ela não é racional e nos dá a falsa impressão de que somos capazes de compreender plenamente o fenômeno que estamos observando:

A experiência primeira ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato, essa observação primeira se apresenta repleta de imagens: é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos (BACHELARD, 1996, p. 25).

Assim, o conhecimento derivado da experiência primeira pode ser expressão do primeiro erro não justificado, que auxilia e dá fundamento ao obstáculo da experiência primeira.

A principal característica do obstáculo derivado do conhecimento geral é a sucessão de generalizações. Bachelard (1996, p. 70), apresenta um exemplo que demonstra com clareza como a utilização de generalizações implica o entrave e não desenvolvimento do conhecimento científico. O exemplo é a generalização do princípio da gravitação universal, segundo o qual todos os corpos, sem exceção, caem. A aplicação dessa concepção geral pode levar a consequências desastrosas no aprendizado, pois desconsidera, por exemplo, os gases.

Quando essas generalizações são feitas não se considera que o educando irá aplicá-las indiscriminadamente, pois, uma vez que aprendeu como lei geral, não irá tirar ideias e conclusões próprias para observações de casos específicos.

Se o valor epistemológico dessas grandes verdades for medido por comparação com os conhecimentos falhos que elas substituíram, não há dúvida que essas leis gerais foram eficazes. Mas já não o são. [...] É possível constatar que essas leis gerais bloqueiam atualmente as ideias. Respondem de modo global, ou melhor, respondem sem que haja pergunta [...]. A nosso ver, quanto mais breve for o processo de identificação, mais fraco será o pensamento experimental (BACHELARD, 1996, p. 71).

Na QV podemos associar o obstáculo do conhecimento geral à “cortina de fumaça” criada quando químicos verdes consideram apenas

um dos 12 princípios da QV em algum experimento e já asseguram, fazendo uma generalização, que por este motivo o experimento é verde, sem levar em conta os outros princípios ou sem usar alguma métrica para calcular a verdura do experimento.

O substancialismo tem como base a ideia de que as substâncias são dotadas de qualidades ocultas. No ensino de ciências, particularmente de Química, é comum que professores usem metáforas ou verbos comumente utilizados para descrever ações humanas, ao tratar dos fenômenos. Silveira (2003) nos dá uma ideia dos motivos que levam à dificuldade de se romper com este obstáculo:

A química é real, pois estuda as substâncias e estas são reais – possuem formas definidas, são palpáveis e se caracterizam por propriedades detectáveis aos olhos do observador, ou seja, pode ser medida a massa, sentido o odor, o sabor, medida a temperatura de mudança de fases, entre outras coisas, ela é “real”. Esta relação entre o realismo do olhar (do concreto) com as substâncias e “suas” propriedades vai fundamentar o substancialismo e caracterizar um dos mais difíceis obstáculos a ser rompido dentro da química, ou seja, o obstáculo substancialista (SILVEIRA, 2003).

Tem-se como exemplo de obstáculo substancialista a corrente elétrica estudada por Galvani e por seu sobrinho Aldini, que ora foi comentado por Bachelard em seu livro (BACHELARD, 1996, p.130). Eles acreditavam que a corrente elétrica possuía diferentes propriedades quando passavam em corpos variados. No caso a corrente elétrica se impregnava das substâncias que atravessava. O fluido elétrico tornava-se então um espírito material, uma emanção. Por exemplo, se uma corrente elétrica passasse por vinagre, teria a corrente gosto azedo, isso porque eles experimentavam, ou seja, colocavam em suas línguas os eletrodos, sentindo a corrente. Em outro caso sentiriam gosto doce se colocassem os eletrodos em leite, isso porque sua corrente é menos intensa.

Por uma tendência quase natural, o espírito pré-científico condensa num objeto todos os

conhecimentos em que esse objeto desempenha um papel, sem se preocupar com a hierarquia dos papéis empíricos. Atribui à substância qualidades diversas, tanto a qualidade superficial como a qualidade profunda, tanto a qualidade manifesta como a qualidade oculta (BACHELARD, 1996, p. 123).

Assim, conforme argumenta Silveira (2003), o pensamento substancialista é fundamentado em um movimento dialético entre a qualidade superficial e a oculta. A substância possui qualidades exteriorizáveis, porém também guarda seus segredos no interior oculto, inacessível e misterioso:

[...] O que é oculto é fechado. Pela análise da referência ao oculto, será possível caracterizar o que vamos chamar de mito do interior e, depois, o mito mais profundo do íntimo (BACHELARD, 1996, p. 123).

Segundo Bachelard (1996, p.123): “a ideia substancialista é quase sempre ilustrada por uma simples continência. É preciso que algo contenha, que a qualidade esteja contida.” Sendo assim, então as substâncias são caracterizadas por qualidades ou propriedades que possuem razão de existir no interior mais profundo das substâncias. Pensar dessa forma cria um obstáculo e impede qualquer possibilidade de racionalização da propriedade como sendo produto da relação entre as substâncias, já que pensando assim é no oculto dos materiais que se encerra a explicação para qualquer que seja a exteriorização.

No que diz respeito ao obstáculo verbal, Bachelard (1996, p. 91) acentua a importância conferida a uma única imagem ou palavra, na busca de explicações para vários fenômenos. A utilização de visões simplistas é trazida ao contexto científico quando as generalizações são feitas por uma única palavra cujo significado é geral, impreciso e abstrato. Ele se utiliza como exemplo da palavra *esponja* e exemplifica que:

Nesse caso, tratar-se-á de uma explicação verbal com referência a um substantivo carregado de adjetivos, substituto de uma substância com ricos poderes. Aqui, vamos tomar a simples palavra

esponja e veremos que ela permite expressar os fenômenos mais variados. Os fenômenos são expressados: parecem que já foram explicados. São reconhecidos: já parece que são conhecidos. [...] A função da *esponja* é de uma evidência clara e distinta, a tal ponto que não se sente a necessidade de explicá-la (BACHELARD, 1996, p.91).

Bachelard (1996) faz um relato de que a palavra *esponja* foi utilizada como uma analogia à eletricidade estática, e caracterizou-se como uma palavra obstáculo ao desenvolvimento da eletricidade do século XVIII. Na mentalidade pré-científica, a analogia entra antes mesmo da teoria. Bachelard (1996, p. 91) toma cuidado quanto ao uso de metáforas na ciência e no ensino, pois para ele: “O perigo das metáforas imediatas para a formação do espírito científico é que nem sempre são imagens passageiras”. Ele ainda ressalta que: “Uma psicanálise do conhecimento objetivo deve, pois, tentar diluir, senão apagar, essas imagens ingênuas” (BACHELARD, 1996, p. 97).

Em nossa pesquisa, nos deparamos com esse obstáculo presente em alguns dos termos largamente utilizados como, por exemplo: verde, sustentabilidade ambiental, desenvolvimento sustentável, pois o uso indiscriminado destes termos leva a generalizações e utilizações simplistas das palavras, muitas vezes querendo dizer uma coisa diferente daquela que o autor do trabalho afirma, ou então as utiliza porque são reconhecidas como referências diretas às práticas que se preocupam com o meio ambiente, mas não sabe realmente o significado das mesmas.

O obstáculo animista consiste em uma concepção que atribui vida a corpos inanimados. Nesse caso, associam-se características do reino animal e vegetal com elementos do reino mineral, por exemplo. Podemos citar a existência de um obstáculo animista no desenvolvimento das explicações vigentes atualmente na Química sobre o oxigênio. Naquele contexto, e de acordo com as teorias de Bachelard, o obstáculo animista estaria associado às concepções da alquimia, segundo as quais uma substância era dotada de vida, o que se aplicava também ao oxigênio.

Sendo assim, se as substâncias e sua dinâmica eram compreendidas a partir de um ponto de vista animista, não seria possível chegar às noções de reação de combustão. Entre outras razões, isso ocorria porque se era consenso que cada substância possui uma alma

própria e é, por esse motivo, portadora de características exclusivas, os pensadores daquele período não conseguiriam chegar à concepção da combustão como um fenômeno geral, aplicável a todas as reações que pudessem contar com os fatores combustível e comburente, enquanto a concepção animista foi vigente e dominante.

Em relação ao obstáculo animista, Souza Filho (2009) cita mais alguns exemplos:

Concepções como vida, doença, alimento, características sexuais, etc., podem ser exemplos de *obstáculos* ao conhecimento. Por exemplo, se cortarmos um ímã transversal ou longitudinalmente ao seu eixo, ele *sobrevive*, pois cada nova parte torna-se um novo ímã; a ferrugem é uma *doença* na qual o ferro está sujeito; o oxigênio é o *alimento* do fogo; a bateria elétrica *alimenta* o circuito elétrico; o ímã possui pólos *macho* e *fêmea*, ou seja, norte e sul respectivamente; ou a bateria elétrica possui terminais *macho* e *fêmea*, ou seja, positivo e negativo, respectivamente. Todos estes obstáculos impedem a objetividade científica e o espírito científico deve lutar *contra* estes obstáculos (SOUZA FILHO, 2009).

2.3 – Considerações acerca da Filosofia do Não

Segundo Lopes (1996), para Bachelard, as rupturas no conhecimento científico não ocorrem apenas em relação ao conhecimento comum, mas também no decorrer do próprio desenvolvimento científico. Não existe um contínuo racional na história do conhecimento científico: a Física Relativística diz não à Física Newtoniana, a Geometria de Lobatchevsky diz não à Geometria Euclidiana, a Química Quântica diz não à Química Lavoisieriana.

Porém, esse processo de negação não implica no abandono das teorias construídas anteriormente. Trata-se de reordená-las, ir além de seus pressupostos, e introduzir uma nova racionalidade, pois, até as conquistas do século passado citadas nos exemplos do parágrafo acima, a ciência era compreendida como essencialmente cumulativa. Uma vez que uma verdade científica era estabelecida com clareza e amplitude,

não se ousava duvidar, esses pressupostos eram tidos como definitivos e universais.

Diante disso, é compreensível o impacto da Física Relativística, por exemplo, pois esta ousou romper com a racionalidade que estava instituída, forçando com que pensássemos no universo de forma distinta do cotidiano. Porém, isso não significa que devamos abandonar as teorias anteriores, e justamente aí reside o maior problema. Aceitar que Einstein estabeleceu um novo sistema, mas que este não nega Newton, nos torna resistente a ele, pois nos obriga a aceitar que dentro de certos limites de massa e velocidade dos corpos Newton permaneça válido e a Relatividade seja aplicada aos demais contextos.

Por isso, Bachelard (1978) organiza sua Filosofia do Não. Uma filosofia que aprende a conviver com racionalismos setoriais.

É evidente que duas teorias podem pertencer a dois corpos de racionalidade diferentes e que se podem opor em determinados pontos permanecendo válidas individualmente no seu próprio corpo de racionalidade. Esse é um dos aspectos do pluralismo racional que só pode ser obscuro para os filósofos que se obstinam em acreditar num sistema de razão absoluto e invariável (Bachelard, 1988, p.140).

Bachelard nega a Filosofia do Não como uma atitude de recusa, para defendê-la como uma atitude de conciliação. Conciliação entendida no sentido da convivência com o diverso, a aceitação do dissenso – a base necessária ao pluralismo. Conciliar não é aceitar qualquer teoria como válida, mas definir muito precisamente o campo de validade e aplicação de determinada teoria (LOPES, 1996, p. 267). As implicações geradas pela Filosofia do Não e pela compreensão da existência de racionalismos setoriais, porém, não se resumem às teorias aqui apontadas. Compreender com Bachelard a noção de ruptura no conhecimento científico é assumir uma nova forma de compreender toda a história do conhecimento científico.

Não esperamos que a QV fosse uma nova Química, que abandone completamente todos os conceitos e práticas da Química Clássica, mas defendemos a ideia de reformatação da segunda para que haja uma evolução na maneira de pensar e fazer a Química, e que esta seja adequada aos cuidados e preocupações com o ambiente. Assim,

poderemos conciliar as aplicações e práticas de ambas, para que o novo paradigma (ecológico) seja instaurado.

2.4- Noção de Perfil Epistemológico

Na sua “Filosofia do Não”, Bachelard (1978) apresenta a noção de perfil epistemológico, partindo da idéia de que os conceitos encontram-se, no seu curso de desenvolvimento, mais ou menos presos a alguns pontos de vistas filosóficos dentro de uma escala de conhecimento científico (realismo ingênuo, empirismo claro e positivista, racionalista newtoniano ou kantiano, racionalismo completo e racionalismo dialético) dependendo do seu estágio de maturidade. Segundo o autor, estas filosofias orientam uma determinada noção, em diversas utilizações pessoais, e para mostrar isso ele constrói seu perfil epistemológico para a noção de massa e de energia:

Em resumo, é preciso chamar tanto um como outro ao pluralismo da cultura filosófica. Nestas condições, parece-nos que uma psicologia do espírito científico deveria esboçar aquilo que chamaremos o *perfil epistemológico* das diversas conceitualizações. Seria através de um tal perfil mental que poderia medir-se a ação psicológica efetiva das diversas filosofias na obra do conhecimento (BACHELARD, 1978, p. 24).

Construindo assim uma espécie de diagrama representativo do perfil epistemológico para sua noção pessoal sobre massa (Figura 1) e energia. No eixo horizontal coloca as cinco diferentes filosofias, em ordem evolutiva, partindo do realismo ingênuo até ao racionalismo dialético. O eixo vertical é ordenado por valores baseados na frequência e utilização da noção sob determinadas circunstâncias. Bachelard insiste em afirmar o caráter pessoal do perfil epistemológico, já que as medidas na vertical do diagrama são arbitrarias, fruto de uma reflexão baseada na utilização de uma noção, de difícil aferição, por isso ele afirma:

Insistimos no fato de um perfil epistemológico dever sempre referir-se a um conceito designado, de ele apenas ser válido para um espírito

particular que se examina num estágio particular da sua cultura. É esta dupla particularização que torna um perfil epistemológico interessante para uma psicologia do espírito científico (BACHELARD, 1978, p. 25).

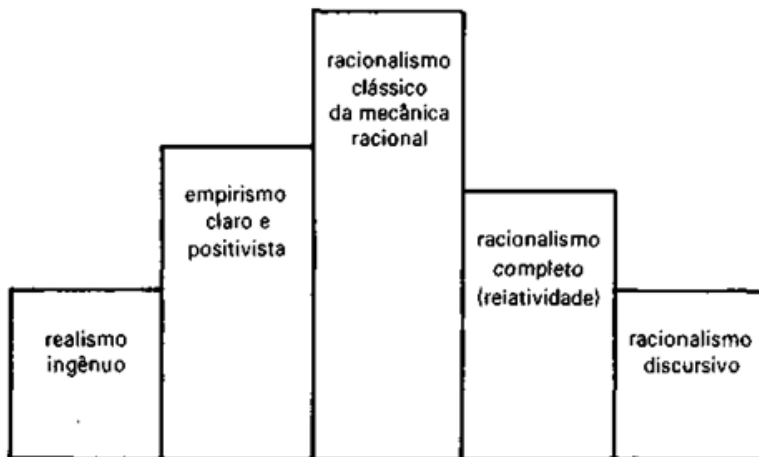


Figura 1. Perfil epistemológico sobre a noção pessoal de Bachelard sobre o conceito de massa.

Já para o eixo horizontal ele afirma que:

Como nessa obra, a nossa tarefa é a de convencer o leitor da permanência das idéias filosóficas no próprio desenvolvimento do espírito científico, nós gostaríamos de mostrar que o eixo das abscissas sobre o qual alinhamos as filosofias de base na análise dos perfis epistemológicos é um eixo verdadeiramente real, que não tem nada de arbitrário e que corresponde a um desenvolvimento regular dos conhecimentos (BACHELARD, 1978, p. 28).

O autor apresenta a dispersão das doutrinas filosóficas relativas a um conceito, esclarecendo que uma única filosofia esclarece apenas uma

faceta do conceito. Ele chama a atenção para o pluralismo da cultura filosófica e lança a idéia de perfil epistemológico dos diversos conceitos como solução para essa dispersão. Por meio desse perfil poderia ser observada a ação efetiva das diversas filosofias na obra do conhecimento, sendo ele válido para um conceito particular e um espírito particular. Isto implica em dizer que "a evolução filosófica de um conhecimento científico particular é um movimento que atravessa todas estas doutrinas na ordem indicada" (Bachelard, 1978, p.11).

Outro aspecto que Bachelard (1978) destaca é o de que a predominância ou não de determinada filosofia no perfil epistemológico de um indivíduo depende da formação deste e da maneira como se relaciona com o meio. Também cabe ressaltar que estes diferentes perfis permanecem conservados no indivíduo, como é possível observar no perfil do próprio Bachelard, ou seja, mesmo tendo formação em Química e sendo filósofo da ciência, possui em seu perfil epistemológico da noção de massa um patamar relativo ao realismo ingênuo.

Por fim, destacamos que não realizamos uma análise, propriamente dita, de perfil epistemológico dos autores dos trabalhos analisados, mas foram buscados elementos e informações que nos auxiliassem na resposta à nossa questão problema. Consideramos que as informações obtidas somente dos trabalhos analisados ou somente eventuais às informações obtidas no currículo *Lattes* não geravam informações suficientes, mas foi a combinação dessas duas fontes que nos possibilitou um material mais substancial para análise que conduzimos no próximo capítulo deste texto. Tal procedimento, obviamente, foi alcançado seguindo a ideia de Bachelard sobre perfil epistemológico, que nos auxiliou na forma de “ver” e entender desses autores sobre os temas e suas dimensões envolvidos em nossa pesquisa.

CAPÍTULO 3 - Aspectos Metodológicos

Acompanhar a propagação de experiências com a QV na comunidade dos químicos pode ser importante para compreender sua aceitação e adoção como um novo estilo de pensar os aspectos e cuidados com o ambiente, entre nós químicos. Nesse sentido, um dos espaços privilegiados de divulgação dos trabalhos da QV no Brasil são as Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ). Esse evento, que congrega toda a comunidade, das diferentes subáreas da Química, agora reunidas em Divisões, possibilita a divulgação de trabalhos, relatos de experiências e discussões com outros pesquisadores, além de abrir espaço ao aprimoramento do espírito crítico dos alunos. Outro aspecto importante é que esse espaço congrega os químicos em formação, de modo que uma seção que divulga a QV poderia servir para auxiliar na formação desses “novos químicos”, criando um olhar diferente no modo de ver e fazer Química.

Um levantamento por nós realizado, em colaboração com nosso Grupo de Pesquisa (GIEQ – Grupo de Investigação no Ensino de Química), entre 2002 e 2013, mostra que foram publicados 83 trabalhos sobre QV nas RASBQ (Quadro 2).

Mas apesar do crescente número de trabalhos científicos que consideram a QV no Brasil, como observado por Cunha e Santana (2012), ainda são incipientes as pesquisas da área de Educação/Ensino de Química, cujo objeto principal de investigação seria a inserção da QV em processos educativos e suas implicações na formação e atuação de professores. Por outro lado, para que se consiga a adoção da QV na formação química até nas práticas e processos industriais, o ensino da Química precisa considerar a inclusão de ideias e discussões mais amplas envolvendo o tema da Sustentabilidade Ambiental. Algo que também será apreciado no levantamento e análise que efetuaremos.

Outro levantamento realizado mostra que entre 2006 e 2014 foram publicados 119 trabalhos envolvendo a QV nas Reuniões Anuais (RAs). De acordo com os dados do Quadro 3, percebe-se um crescimento nas publicações sobre QV. Quando confrontamos a totalidade dos trabalhos publicados na 37ª RASBQ (ano de 2014), a “área” QV apresenta 2,88% do total.

Quadro 2. Trabalhos sobre QV⁸ nas edições da RASBQ no período de 2002 a 2013*.

Ano da RASBQ	Nº de Trabalhos QV
2002	1
2003	4
2004	5
2005	5
2006	4
2007	4
2008	11
2009	6
2010	7
2011	17
2012	8
2013	11
Total	83

*Foi escolhido esse período para o levantamento porque em anos anteriores quase não se encontravam trabalhos sobre QV na literatura.

Apesar de parecer uma porcentagem pequena, ao observar os números de publicações de outras áreas, que fazem parte das RASBQ há mais tempo, esse número torna-se mais significativo. Por exemplo, a área de Química Estrutural (EST), que passou a integrar as Reuniões com uma seção específica a partir da 32ª RASBQ, em 2009, representa 0,56% do total. Já a área de Química Tecnológica (TEC), figura com 2,09% do total, sendo que esta Divisão já faz parte há mais de 10 anos das RAs.

⁸ Estes são trabalhos que estavam distribuídos nas diversas outras seções da RASBQ, no período de 2002 a 2013, portanto, antes da SBQ aprovar e oferecer uma Seção específica aos trabalhos em QV.

Assim, a crescente divulgação da QV entre os químicos pode ser um fator desse aumento no número na presença de trabalhos, mas sua valorização indica também um forte envolvimento dessa comunidade.

Quadro 3. Trabalhos científicos nas RASBQ, por área.

(continua)

Área	Número de trabalhos 37 ^a RASBQ	Número trabalhos entre 2006/2014*
AMB ⁹	172	1179
ANA	185	1692
BEA	41	335
BIO	35	419
CAT	74	472
COL	14	181
EDU	161	1390
ELE	127	1012
EST	10	136
FIS	44	692
FOT	26	252
HIS	05	68
INO	132	1554

⁹ As siglas: AMB (Química Ambiental); ANA (Química Analítica); BEA (Alimentos e Bebidas); BIO (Química Biológica); CAT (Catálise); COL (Química de Superfícies e Colóides); EDU (Ensino de Química); ELE (Eletroquímica e Eletroanalítica); EST (Química Estrutural); FIS (Físico-Química); FOT (Fotoquímica); HIS (História da Química); INO (Química Inorgânica); MAT (Química de Materiais); MED (Química Medicinal); ORG (Química Orgânica); QPN (Produtos Naturais); QVE (Química Verde); TEC (Química Tecnológica); TEO (Química Teórica).

Área	Número de trabalhos 37 ^a RASBQ	Número trabalhos entre 2006/2014*
MAT	180	1696
MED	95	777
ORG	166	1761
QPN	180	2471
QVE	51	119
TEC	37	522
TEO	32	330
Total	1767	16939

* Dados de 2008 não estão disponíveis para consulta.

Com base nos aspectos iniciais, destacados como nosso referencial teórico, analisamos os trabalhos publicados na Seção de QV da 37^o RASBQ, investigando e buscando caracterizar quais obstáculos predominam no discurso dos autodenominados químicos verdes, manifesto nos trabalhos aprovados e divulgados na já citada Reunião Anual de Químicos de nosso país – a RASBQ.

Para tanto, foi analisado principalmente: os resumos, as palavras-chave, as justificativas, o conteúdo textual, as referências e as conclusões. Neles buscamos identificar visões sobre a QV, sobre meio ambiente, sobre eficiência técnica, dentre outros aspectos que nos ajudassem a entender tais visões e entendimentos dos autores de modo a construir nossas categorias de análise.

Nos procedimentos metodológicos, também traçamos um panorama de quem são os autores dos referidos trabalhos, a qual tipos de pesquisas se dedicam enfim, fomos conhecer o ambiente e vínculos de estudos e de pesquisa aos quais pertencem. Isto visou ampliar nossas fontes de dados, pois os trabalhos publicados na RASBQ são no formato de resumos, logo, são bastante sucintos. Por estarem nesse formato podem trazer algumas restrições analíticas e não fornecer informações suficientes sobre a pesquisa e contribuições que estes trabalhos oferecem à adoção da QV entre os químicos. Todavia, há que se considerar, que para os objetivos de nosso trabalho esse é o único formato escrito de apresentação de trabalhos da RASBQ.

Nesta pesquisa, optamos por uma abordagem qualitativa, em que a construção das informações se dará a partir de uma pesquisa documental. Conforme exposto anteriormente o material de nossa investigação é constituído pelos 51 artigos publicados na seção de QV da 37ª RASBQ.

Para fins de identificação, cada trabalho analisado foi nomeado por um número previamente estabelecido por nós e cada fragmento também foi numerado de acordo com a ordem em que aparece no texto. Por exemplo, o trabalho 1 foi identificado como T1, e para identificar cada fragmento nomeamos como T1-F1, T1-F2, e assim por diante.

O uso de documentos em pesquisa deve ser apreciado e valorizado. É possível extrairmos uma vasta quantidade de informações e resgatá-las, justificando assim seu uso em várias áreas, pois possibilita uma ampliação do entendimento de objetos cuja compreensão necessita de contextualização histórica e sociocultural. Não é apenas uma fonte de informações contextualizada, mas surge num determinado contexto e fornece informações sobre esse mesmo contexto.

Usar documentos requer apenas investimento de tempo e atenção por parte do pesquisador para selecionar e analisar os mais relevantes. May (2004) chama esse procedimento de Pesquisa Documental e reconhece a dificuldade de lidar com o tema:

Não é uma categoria distinta e bem reconhecida, como a pesquisa survey e a observação participante. Dificilmente pode ser considerada como constituindo um método, uma vez que dizer que se utilizará documentos é não dizer nada sobre como eles serão utilizados (May, 2004, p.206)

Segundo Holsti (1969) apud Ludke e André (1986), há pelo menos três situações básicas em que é apropriado o uso da análise documental. O que diz mais respeito a essa pesquisa é o terceiro:

Quando o interesse do pesquisador é estudar o problema a partir da própria expressão dos indivíduos, ou seja, quando a linguagem dos sujeitos é crucial para a investigação. Nesta situação incluem-se todas as formas de produção dos sujeitos em forma escrita, como redações,

dissertações, testes projetivos, diários pessoais, cartas etc.

Ludke e André (1986) dão orientações sobre a análise preliminar dos documentos que serão utilizados. A primeira decisão nesse processo é a caracterização do tipo de documento que será usado ou selecionado. A escolha dos documentos não é aleatória, geralmente há alguns propósitos, ideias ou hipóteses guiando a sua seleção. Selecionados os documentos, o pesquisador procederá a análise propriamente dita dos dados.

Cellard (2008) dá algumas orientações sobre a avaliação preliminar dos documentos. Tal avaliação constitui a primeira etapa de toda análise documental e se aplica em cinco dimensões: o contexto, os autores, a autenticidade e confiabilidade do texto, a natureza do texto, os conceitos-chave e a lógica interna do texto.

Ainda segundo Ludke e André (1986), após organizar os dados, num processo de inúmeras leituras e releituras, o pesquisador pode voltar a examiná-los para tentar detectar temas e temáticas mais frequentes. Esse procedimento, essencialmente indutivo, vai culminar na construção de categorias. Essa não é uma tarefa fácil. As categorias brotam, num primeiro momento, do arcabouço teórico em que se apóia a pesquisa. No entanto, esse conjunto inicial de categorias vai sendo modificado ao longo do estudo, num processo dinâmico, de onde surgem novos focos de interesse.

Não existem normas fixas nem procedimentos padronizados para a criação de categorias, mas um quadro teórico consistente pode auxiliar uma seleção inicial mais segura e relevante. Guba e Lincoln (1981, *apud* Ludke e André, 1986) apresentam algumas sugestões práticas que podem ajudar a formar categorias a partir de dados, a primeira delas é fazer um exame do material procurando encontrar aspectos recorrentes. Esses aspectos que aparecem com certa regularidade são a base para o primeiro agrupamento da informação em categorias. Em seguida, eles sugerem que se faça uma segunda avaliação do conjunto inicial de categorias. Elas devem, antes de tudo, refletir os propósitos da pesquisa. Outro aspecto que estes autores destacam é que o sistema deve ser passível de reprodução por outro analista, que tomando o mesmo material pode julgar se o sistema de classificação faz sentido em relação aos propósitos do estudo e se esses dados foram adequadamente classificados nas diferentes categorias.

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

A *Unitarização* é o momento em que o pesquisador realiza:

[...] a desconstrução do *corpus* e que consiste num processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes. Implica colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes, um processo de divisão que toda análise provoca. Com essa fragmentação ou desconstrução dos textos, pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos em diferentes limites de seus pormenores, ainda que compreendendo que um limite final e absoluto nunca é atingido. É o próprio pesquisador quem decide em que medida fragmentará seus textos, podendo daí resultar unidades de análise de maior ou menor amplitude (MORAES, 2003, p. 193).

No que diz respeito à *Categorização*:

[...] é um processo de comparação constante entre as unidades definidas no processo inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes. Os conjuntos de elementos de significação próximos constituem as *categorias*. A categorização, além de reunir elementos semelhantes, também implica nomear e definir as categorias, cada vez com maior precisão, na medida em que vão sendo construídas. Essa explicitação das categorias se dá por meio do retorno cíclico aos mesmos elementos, no sentido da construção gradativa do significado de cada

categoria. Nesse processo, as categorias vão sendo aperfeiçoadas e delimitadas cada vez com maior rigor e precisão (MORAES, 2003, p. 197).

Por fim, há a construção dos *Metatextos*, que pode ser descrita como:

[...] um processo emergente de compreensão, que se inicia com um movimento de desconstrução, em que os textos do *corpus* são fragmentados e desorganizados, seguindo-se um processo intuitivo auto-organizado de reconstrução, com emergência de novas compreensões que, então, necessitam ser comunicadas e validadas cada vez com maior clareza em forma de produções escritas. Esse conjunto de movimentos constitui um exercício de aprender que se utiliza da desordem e do caos, para possibilitar a emergência de formas novas e criativas de entender os fenômenos investigados (MORAES, 2003, p. 207).

A construção de nossos metatextos se deu da seguinte maneira: os 51 trabalhos foram lidos na íntegra e grifados os trechos em que percebemos que podiam emergir categorias, de acordo com as questões e os objetivos definidos para a nossa pesquisa. Após isso ter sido feito para todo o *corpus*, reunimos apenas os trechos selecionados e os separamos de acordo com suas similaridades em categorias diferentes. Foi após esse exaustivo e trabalhoso processo que emergiram os entendimentos sobre as diferentes categorias em produções escritas que buscaram explicar e justificar cada fragmento nas três categorias correspondentes.

3.1 – Dados e Análises Iniciais

O processo de análise dos 51 trabalhos passou por diversas etapas, algumas que determinamos previamente e outras que decorreram de necessidades sentidas durante o desenvolvimento do trabalho. Primeiramente foi realizada uma leitura geral de cada um dos trabalhos, já nos atendo a possíveis categorias de análise. Porém, estes trabalhos

são publicados no formato de resumos, de apenas uma página, ou seja, podem – como dissemos anteriormente – não trazerem informação suficiente. Pensando nisso, achamos válido fazer uma busca nos currículos *Lattes* de cada um dos autores dos referidos trabalhos para tentarmos conhecer o perfil de cada pesquisador e assim entender as motivações e caminhos de cada um deles na pesquisa em QV.

Apresentamos aqui alguns dados quantitativos que obtemos sobre os autores destes trabalhos. Estes dados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade dos autores de trabalhos da seção de QV da 37^o RASBQ.

Autoria dos trabalhos	Alunos de Iniciação Científica (IC)	Pós-Graduandos (PG)	Pesquisadores (PQ)	Técnico de nível Médio (TM)
1 ^o autor	17	24	10	-
Coautor	21	28	91	1
Total (192)	38	52	101	1

Primeiramente, contabilizamos os autores dos trabalhos nas diferentes categorias que podem se inscrever (Alunos de iniciação científica – IC, Pós-graduandos – PG, Pesquisadores – PQ e Técnicos de Nível Médio – TM).

Com estes dados iniciais, é possível observar que de forma majoritária os pesquisadores (PQ) são os que possuem maior participação como coautores dos trabalhos publicados, pois possivelmente atuam como orientadores dos alunos de iniciação científica (IC) e pós-graduação (PG) – uma tradição na área -, sendo que estes de certa forma são iniciantes na carreira como pesquisadores e iniciantes na pesquisa em QV. É importante ressaltar que apesar de iniciantes, estes estão amparados por seus respectivos orientadores (PQ), que são em sua maioria doutores e pós-doutores em suas áreas de atuação.

Nessa busca pelo currículo *Lattes* de cada um dos autores dos trabalhos, buscamos também descobrir a qual/quais áreas da química se dedicam pesquisar, se suas pesquisas têm relação com aspectos e preocupações ambientais, com a QV, se são iniciantes ou não em QV.

Estas informações nos auxiliarão na análise dos conteúdos dos trabalhos, na compreensão das visões que estes autores exprimem com e sobre a QV. Tal busca nos resultou no Quadro 4. Mas, nesse quadro foram inseridas somente as informações mais relevantes sobre os autores de cada trabalho, no que tange a se têm ou tiveram alguma relação em suas pesquisas com Química Verde (QV), Meio Ambiente (MA), Química Ambiental (QA), Sustentabilidade (S), Desenvolvimento Sustentável (DS). Por esse motivo, mesmo alguns trabalhos tendo diversos autores, serão apresentadas apenas informações daqueles que se encaixem na nossa busca. Portanto, em alguns casos nenhum dos autores do referido trabalho tem relação com os aspectos da nossa busca. Também alguns nomes de autores não foram encontrados em nossa busca pelo *Lattes*, logo, em alguns casos não constam informações nesse Quadro.

Quadro 4. Informações¹⁰ obtidas nos currículos *Lattes* dos autores dos trabalhos.

(continua)

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE – 001	Vânia Gomes Zuin (PQ)	-Vários projetos envolvendo aspectos ambientais, SA, QV no ensino; - É coordenadora da seção de QV da SBQ; Integra o Subcomitê de QV da IUPAC; dentre outros.	- Bac*. E Lic**. em Química; - Doutorado em Educação.

¹⁰ Neste Quadro não serão repetidas as informações sobre autores que aparecem mais de uma vez, será feita uma indicação de onde podem ser encontradas anteriormente no quadro.

(continuação)

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 002	Fernando de Carvalho da Silva (PQ)	- Desenvolve alguns projetos com enfoque em S, QV (uso de solventes verdes na Química Orgânica); - Editor da Revista Virtual de Química.	-Químico Industrial; -Doutorado em Química Orgânica.
QVE – 003	Eliane D'Elia (PQ)	- Alguns projetos em andamento envolvendo aspectos da QV.	-Bac. em Química; - Doutorado em Metalúrgica e de Materiais.
QVE – 004	Julio Cesar Vinuesa Galarraga (PG)	- Ministrou cursos de curta duração sobre QV e Sustentável.	-Químico e Farmacêutico; -Doutor em Alimentos e Nutrição.
	Gelson Perin (PQ)	- Desenvolve projetos relacionados a aspectos da QV, no desenvolvimento de metodologias limpas, realizando sínteses a partir de fontes renováveis	-Químico Industrial; -Doutor em Química Orgânica.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 005	Claudia Cristina Cardoso Bejan (PQ)	- Desenvolve trabalhos nos seguintes temas: biodiesel, catálise heterogênea na produção de biocombustíveis, beneficiamento de óleo de fritura, uso de adsorventes na purificação de óleo residual e de biodiesel e educação ambiental.	- Bac., Mestre e Doutora em Química
	Vanya Marcia Duarte Pasa (PQ)	-Pesquisa na área de combustíveis limpos, biocombustíveis, participa de programas de tecnologias para o desenvolvimento sustentável.	-Engenheira Química; -Doutora em Química
QVE - 006	Antonio Alberto da Silva Alfaya (PQ)	-Pesquisa sobre a modificação química de resíduos da agricultura visando novas aplicações tecnológicas e/ou ambientais; desenvolvimento de metodologias para a destinação final de resíduos químicos perigosos visando a minimização do impacto ambiental;	- Graduação, mestrado e Doutorado em Química.

(continuação)

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 007	Claudio Jose de Araujo Mota (PQ)	-Realiza pesquisas voltadas à QV, S, utilização de matérias primas renováveis, produção de biocombustíveis; - Membro do subcomitê de QV da IUPAC; -Coordenador da área de co-produtos da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel; dentre outros.	-Engenheiro Químico; -Doutor em Química.
	Jussara Lopes Miranda (PQ)	- Desenvolve projetos voltados à SA e educação ambiental.	-Graduada, Mestre e Doutora em Química
QVE - 008	Andrea Luzia Ferreira de Souza (PQ)	Pesquisa principalmente a utilização de microondas e ultrassom e síntese de compostos com potencial atividade biológica	- Lic. e Bac. em Química; - Pós-doutorado na área de Catálise.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 009	Santiago Francisco Yunes (PQ)	Participa e desenvolve diversos projetos com temas ligados à SA, QV, e participa de grupos também ligados a esses temas.	Bac., Lic e Pós Doutor em Química.
	Carlos Alberto Marques (PQ)	<ul style="list-style-type: none"> - Atua no ensino de Química na perspectiva da QV; - Participa de grupos de pesquisa e desenvolve projetos ligados à educação Química para a Sustentabilidade Ambiental; - Orienta trabalhos de pós-graduação com perspectivas ambientais ligadas à SA, QV, MA, DS. 	Bac. e Lic. em Química; Pós -doutor em Educação.
	Adélio Machado (PQ)	<ul style="list-style-type: none"> - Dedicou-se a pesquisas em QA, QV, Ecologia Industrial e Engenharia da Sustentabilidade. - Publicou dezenas de artigos voltados às questões ambientais e à própria QV. 	<ul style="list-style-type: none"> - Engenheiro Químico; -Doutor em Química Inorgânica.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 010	Juliana Canto Duarte (PG)	-Participa de um projeto de pesquisa utilizando fontes renováveis intitulado: Rotas verdes para o propeno.	-Bac. em Química; -Doutora em Engenharia Química.
	Jose Augusto Rosario Rodrigues (PQ)	-Pesquisa e atua na área de biocatalisadores, bioredução, na geração de biocombustíveis, desde álcool, biodiesel e biogás.	Bac. e Doutor em Química.
QVE - 011	Carlos Alberto Marques (PQ)	Ver QVE 009.	Ver QVE 009
QVE - 012	Gabriella Alexandre Borges (PG)	- Participa de projetos relacionados a aspectos da QV desenvolvendo métodos de extração ambientalmente seguros.	-Lic. e Bac. em Química; -Mestre em Química Analítica.
	Aparecida Barbosa Mageste (PQ)	-Participa e desenvolve projetos ligados ao desenvolvimento de novos métodos e/ou rotas de síntese que sejam ambientalmente seguros e se baseiem nos princípios e aspectos da QV.	-Bac. em Química; -Doutora em Agroquímica com ênfase em Físico-Química.
	Leandro Rodrigues de Lemos (PQ)	-Participa de projetos de pesquisa envolvendo questões ambientais e desenvolvimento de metodologias verdes.	-Bac. e Lic. em Química; -Doutor em Química Analítica.
	Guilherme Dias Rodrigues (PQ)	- Desenvolvimento e aplicação de metodologias analíticas ambientalmente seguras para extração e purificação de analitos de interesse econômico e/ou ambiental.	-Bac. e Lic. em Química; -Doutor em Agroquímica, com ênfase em Química Analítica.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 013	Eduardo Luiz Rossini (PG)	Pesquisa o desenvolvimento de métodos analíticos limpos, ambientalmente amigáveis aplicando princípios da QV.	-Bac. em Química; -Mestrando em Química.
	Helena Redigolo Pezza (PQ)	- Desenvolve várias pesquisas voltadas à Química Analítica Verde; -Atua no desenvolvimento de métodos mais limpos para análise de alimentos; -Dentre outros desenvolvimentos de métodos analíticos ambientalmente amigáveis utilizando os princípios da QV; -Orienta alunos da pós-graduação em pesquisas aplicando princípios da QV.	-Bac. em Química com atribuições tecnológicas; -Doutora em Química Analítica
QVE - 014	Célia Machado Ronconi (PQ)	Participa de projetos relacionados ao desenvolvimento de tecnologias limpas para captura de CO ₂ .	Doutora em Química Inorgânica.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 015	Jonathan Baumi (PG)	Participa de projeto de design para a S aplicado à indústria têxtil.	-Bac. em Química; -Mestre em Bioenergia; -Doutorando em Química Orgânica
	Caroline Milani Bertosse (IC)	Participa de projeto de design para a S aplicado à indústria têxtil.	Graduando em Bac. em Química
	Suzana Barreto Martins (PQ)	-Coordenadora do projeto de design para a S aplicado à indústria têxtil; -Participa de diversos outros projetos, todos relacionados ao design para a S e/ou para o DS.	-Design; -Pós doutora em Design Sustentável.
	Claudio Pereira de Sampaio (PG)	-Participa de vários projetos com ênfase em S ligada ao design, atuando em propostas verdes.	-Graduado em Desenho Industrial; -Doutorando em Design.
	Carmem Luiza Barbosa Guedes (PQ)	-Participa de projetos com ênfase em Química Ambiental, análise de amostras contaminadas por poluentes industriais ou fósseis; tratamento de resíduos perigosos.	-Bac. em Química; -Doutora em Química Orgânica.
QVE - 016	Agenor Furigo Junior (PQ)	-Participa em projetos que desenvolvem uma linha de produtos têxteis ecológicos e sustentáveis e em projetos que atuam na produção de biodiesel.	-Engenheiro Químico; -Doutorado em Engenharia Química.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 017	Anatália Fernanda Amaro (IC)	Desenvolveu um projeto de síntese de potenciais lubrificantes derivados de óleos vegetais visando a química verde.	Graduando em Bac. em Química.
	Emerson Meyer (PG)	Desenvolve projetos e metodologias em química verde e desenvolvimento de novos bioprodutos oriundos de fontes vegetais.	-Bac. em Química; -Doutor em Química.
QVE - 018	Raquel Vieira Santana da Silva (PG)	-Pesquisas voltadas ao MA, focando em óleos de pirólise, desde a sua produção, identificação e refino; -Participa de projetos de conversão a baixa temperatura de biomassas agrícolas diversas.	-Bac. e Lic. em Química; -Doutora em Química.
	Gilberto Alves Romeiro (PQ)	-Na área Ambiental desenvolve atividades em conversão a baixa temperatura de biomassas agrícolas e resíduos industriais de diferentes origens, objetivando novas fontes de combustíveis líquidos, sólidos e gasosos.	Doutor em Química Orgânica.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 019	João Francisco Allochio Filho (PG)	-Um projeto de pesquisa com foco em preparação de biodiesel.	-Bac. e Mestre em Química.
	Sandro José Greco (PQ)	-Desenvolve alguns projetos de pesquisa com objetivo de produzir biodiesel.	-Bac. e Lic. em Química; -Doutor em Química Orgânica.
QVE - 020	Leandro Soter de Mariz e Miranda (PQ)	- Desenvolve um projeto ligado às questões ambientais, intitulado: Rotas biotecnológicas na produção de insumos para a indústria farmoquímica.	-Graduação em Farmácia; -Doutorado em Química Orgânica.
QVE - 021	Eder João Lenardão (PQ)	-Desenvolve vários projetos ligados à filosofia da QV; -Participou da criação de uma página de internet para divulgação da QV no Brasil; -Possui publicações sobre QV ligadas ao DS, e a sínteses verdes.	-Bacharel em Química; -Doutor em Ciências.
QVE - 022	Santiago Francisco Yunes	Ver QVE 009	Ver QVE 009
	Carlos Alberto Marques		
QVE - 023	Antonio Alberto da Silva Alfaya (PQ)	Ver QVE 006	Ver QVE 006

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 024	Maria do Carmo Hespagnol da Silva (PQ)	-Participa de diversos projetos onde o principal objetivo é o desenvolvimento de métodos analíticos que atendam aos Princípios da QV; Outros projetos que visam sínteses e produções ambientalmente seguras.	-Lic. em Química; -Doutora em Química Analítica.
	Luis Henrique Mendes da Silva (PQ)	-Desenvolve diversos projetos visando a aplicação dos princípios da QV; -Desenvolvimento de novos processos ambientalmente seguros; dentre outros.	-Bac. em Química; -Doutor em Físico Química.
QVE - 025	Guilherme Andrade Marson (PQ)	-Desenvolve um projeto intitulado: O papel da Química nas questões ambientais - o que dizem jornais de grande circulação do estado de São Paulo.	-Bac. em Química; -Doutor com foco no desenvolvimento de objetos de aprendizagem.
QVE - 026	-	-	-
QVE - 027	Arlene Gonçalves Correa (PQ)	- Participa de projetos referentes ao desenvolvimento de métodos sintéticos empregando QV; -Tem publicação de livro tratando sobre QV	-Bac. e Doutora em Química.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 028	Lucas Campos Curcino Vieira (PG)	-Atua em síntese orgânica de produtos naturais bioativos empregando metodologias alternativas que contemplem os conceitos da QV.	-Bac. e Lic. em Química; - Doutorando em Química Orgânica.
	Arlene Gonçalves Correa (PQ)	Ver QVE 027.	Ver QVE 027.
QVE - 029	-	-	-
QVE - 030	Leonardo Victor Marcelino (PG)	-Participa de projetos ligados à Educação Química para a AS e QV; - Também pesquisa sobre as contribuições da biotecnologia em uma perspectiva QV.	-Lic. em Química; -Mestre em Educação Científica e Tecnológica.
	Carlos Alberto Marques (PQ)	Ver QVE 011.	Ver QVE 011.
QVE - 031	Adriana Akemi Okuma (PQ)	-Pesquisas em QV para a obtenção de produtos de química fina a partir de biomassa; -Desenvolvimento de metodologias de sínteses verdes potencialmente bioativas.	- Doutora em Química Orgânica.
QVE - 032	Mary Rosa Rodrigues de Marchi (PQ)	-Suas pesquisas giram em torno da temática ambiental: QA, Saúde Ambiental, em avaliações dos impactos ambientais em diferentes situações e locais.	-Bac. em Química; -Doutorado em Química Analítica.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 033	Marco André Fraga (PQ)	-Pesquisa transformação catalítica de derivados da biomassa para obtenção de produtos químicos verdes, e outras pesquisas voltadas a preocupações ambientais.	-Engenheiro Químico; -Doutor em Catálise e processos catalíticos.
QVE - 034	Taciano Peres Ferreira (PQ)	-Pesquisa na área de produção de biodiesel; -Ministrou diversos cursos com as temáticas: Educação Ambiental, DS e MA.	-Químico Industrial; -Mestrado em Ciências Moleculares.
QVE - 035	Marcos Henrique Luciano Silveira (PG)	-Pesquisa a aplicação da QV no processamento de polímeros, atuando principalmente nos seguintes temas: biocatálise em sistemas heterogêneos, solventes verdes em biocatálise, pré-tratamento de biomassa.	-Bac. e Lic. em Química; -Doutorando em Química.
	Luiz Pereira Ramos (PQ)	- Pesquisa na área de aproveitamento tecnológico de recursos renováveis, com ênfase em química da madeira, biocatálise e na produção de biocombustíveis líquidos (bioetanol e biodiesel); -Também realiza outros projetos voltados à SA e QV.	-Bac. e Lic. em Química; -Doutor em Biologia.
QVE - 036	-	-	-
QVE - 037	-	-	-

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 038	Natália da Rocha Pires (PG)	-Única pesquisa com enfoque em QV foi o mestrado, intitulado: Síntese verde e parcialmente verde de nanopartículas de prata estabilizadas por galactomanana da favadanta.	-Bac. em Química; -Doutoranda em Química.
QVE - 039	Jussara Lopes de Miranda (PQ)	Ver QVE 007.	Ver QVE 007.
QVE - 040	Judith Pessoa de Andrade Feitosa (PQ)	Algumas pesquisas em síntese verde.	-Química Industrial e Engenharia Química; -Doutora em Química.
QVE - 041	Mirna Helena Regali Selegim(PQ)	-Realiza pesquisas de diagnóstico ambiental.	-Bac. e Lic. em Ciências Biológicas; -Doutora em Ecologia e recursos naturais.
	Andre Luis Meleiro Porto (PQ)	- Realiza diversas pesquisas e publicações relacionadas com questões de SA, S, QV.	Bac., Mestre e Doutor em Química.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 042	Maria Izabel Milani (PG)	Apresentação de um trabalho em congresso aplicando princípios da QV.	Bac. e Mestranda em Química.
	Helena Redigolo Pezza(PQ)	Atua em pesquisas de QV, procedimentos limpos em química analítica, desenvolvimento de métodos analíticos aplicando os princípios da QV, dentre outros.	-Bac. em Química; -Pós-doutora em Química Analítica.
QVE - 043	-	-	-
QVE - 044	Luis Octávio Regasini	-Realiza pesquisas em QV, atuando no desenvolvimento de síntese de substâncias por meio de reações de grande economia de átomos; Uso de solventes verdes e catalisadores heterogêneos.	- Farmacêutico; - Pós-doutor em Química Orgânica.
QVE - 045	-	-	-
QVE - 046	José Anderson Farias da Silva Bomfim (IC)	Pesquisa a produção de biocombustíveis, visando a redução do nível de poluição ambiental e aumento da produção de energia limpa.	Graduando em Tecnologia de Alimentos.
	Cecília Dantas Vicente (PQ)	Também pesquisa a produção de biocombustíveis, visando a redução do nível de poluição ambiental e aumento da produção de energia limpa.	-Engenheira de Alimentos; -Doutora em Ciências.

Código do Trabalho	Autores	Pesquisas/Projetos	Formação
QVE - 047	Carmen Luisa Barbosa Guedes(PQ)	-Ao longo dos anos tem se dedicado a diversas pesquisas com ênfase nas questões ambientais, tanto de monitoramento, recuperação, contaminação, degradação. -Mais recente são vistas e estudadas preocupações com a aplicação da QV na síntese orgânica.	Doutora em Química Orgânica.
QVE - 048	-	-	-
QVE - 049	Jussara Lopes Miranda (PQ)	Ver QVE 007.	Ver QVE 007.
QVE - 050	Adriana Akemi Okuma (PQ)	Ver QVE 031.	Ver QVE 031.
QVE - 051	Afonso Avelino Dantas Neto (PQ)	Pesquisa a utilização de oleaginosas como matéria-prima na obtenção de tensoativos, sendo que esta pesquisa é motivada por sua renovabilidade, o que leva à utilização sustentável dos recursos naturais.	Graduado, Mestre e Doutor em Engenharia Química.

*Bac – Bacharel

**Lic – Licenciado

Com essas novas informações é possível compreender alguns aspectos relativos aos trabalhos que iremos analisar e que serão apresentados e discutidos no próximo Capítulo deste texto. Porém, de forma geral, de acordo com as informações do Quadro 4, observamos que a maioria dos autores de trabalhos que realizam algum tipo de pesquisa relacionado aos temas que acima delimitamos (QV, S, DS, MA) são PQs, ou seja, são pesquisadores vinculados a alguma

instituição de ensino superior, professores universitários, com uma carreira já estabelecida, que em grande parte pertencem a grupos de pesquisa preocupados com as questões ambientais.

Abaixo, no Quadro 5, apresentamos informações relativas às palavras chave e aos 12 princípios QV presentes nos trabalhos da 37ª RASBQ. Essa análise é ainda preliminar, feita por meio de uma leitura parcial, ressaltando palavras mais usuais na área da Química. Portanto, as análises propriamente ditas serão através da análise dos conteúdos e significados contidos nos trabalhos, na forma de Resumos (*template* SBQ), cuja análise foi conduzida através dos procedimentos da ATD (categorias de análise a priori ou emergentes).

Quadro 5. Informações sobre palavras chave e princípios QV presentes nos trabalhos publicados na 37ª RASBQ.

(continua)

Trabalho	Palavras chave (relacionadas à QV)	Princípio QV
QVE – 001	Métrica holística, Estrela Verde	1, 2, 6, 12 - (E)*
QVE - 002	-	5,6 - (I)**
QVE – 003	Inibidores Naturais	3,7- (I)
QVE – 004	Biossíntese	3,7 - (I)
QVE - 005	Biodiesel	1,3,4,7,9,10 - (I)
QVE - 006	Luz solar	1 - (I)
QVE - 007	-	7 - (I)
QVE - 008	Micro-ondas	1,6, 9 - (I)
QVE - 009	Estrela Verde, QV	-
QVE -010	-	-
QVE - 011	Educação Química Verde, Currículo QV.	-
QVE - 012	-	1, 5 - (I)
QVE - 013	-	5,6 - (I)
QVE - 014	Biodiesel	1,9 - (I)
QVE - 015	-	1 - (I)

(continuação)

Trabalho	Palavras chave (relacionadas à QV)	Princípio QV
QVE - 016	Biodiesel enzimático	-
QVE - 017	Biolubrificantes, Óleo de Mamona	9 - (I)
QVE - 018	-	-
QVE - 019	-	5 - (I)
QVE - 020	Bio-óleo	7 - (I)
QVE - 021	-	3,4,7,10 - (I)
QVE - 022	Estrela Verde, QV	1,3,5 - (I)
QVE - 023	-	-
QVE - 024	QV	3,5 - (I)
QVE - 025	QV	3,7,9 - (E)
QVE - 026	QV	3,5 - (I)
QVE - 027	Micro-ondas	6 - (I)
QVE - 028	-	5,9 - (I)
QVE - 029	Biorredução, QV	5,7, 9 - (I)
QVE - 030	Ensino de Química, QV, Meio Ambiente	1,3,10 - (I)
QVE - 031	QV	3, 5, 10 - (I)
QVE - 032	-	3,5 - (I)
QVE - 033	-	-
QVE - 034	Educação Ambiental	1 - (I)
QVE - 035	-	5 - (I)
QVE - 036	Biomassa	-
QVE - 037	Óleo vegetal	3 - (I)
QVE - 038	Síntese Verde	3 - (I)
QVE - 039	-	-
QVE - 040	Micro-ondas, Síntese verde	5, 7 - (I)
QVE - 041	Biodegradação	-
QVE - 042	QV	5 - (I)
QVE - 043	QV	3 - (I)

Trabalho	Palavras chave (relacionadas à QV)	Princípio QV
QVE - 044	-	2,3,4,7 - (I)
QVE - 045	-	-
QVE - 046	Bioetanol, Biomassa	7,10 - (I)
QVE - 047	-	7 - (I)
QVE - 048	Óleo de coco, Inibidores verde de corrosão	7 - (I)
QVE - 049	-	6, 7 - (I)
QVE - 050	QV, biomassa renovável, micro-ondas	3, 5,6 – (I) 2 – (E)
QVE - 051	Óleo vegetal	-

*E- Explícito: Princípios QV que estão ditos clara e diretamente no texto.

**I- Implícito: Princípios QV que estão subentendidos no texto.

Para a construção deste Quadro 5 foi definido que iríamos considerar apenas palavras-chave que tivessem alguma relação com a QV ou os 12 Princípios QV. Neste último quesito, Princípios QV, seriam considerados os explícitos (E) aqueles onde estivesse claramente sendo dito a qual princípio se referia, como por exemplo: “De acordo com o princípio X”, ou sentença parecida que nos apresentasse essa indicação. Por outro lado, foram considerados implícitos (I) todos os princípios que são dados a entender no discurso do texto, mas não são claramente explicitados pelo (s) autor (es) como “princípio número Y”.

Diante dos dados do Quadro 5, podemos concluir algumas coisas. A primeira delas é que muitos dos trabalhos não apresentam em suas palavras-chave relação com a QV, se limitam a outras palavras ou expressões que tem mais a ver com a parte ou procedimentos experimentais do trabalho em questão, sendo a QV um aspecto secundário no referido trabalho. Do total de 51 trabalhos analisados e pertencentes à Seção QV da 37ª RASBQ, 19 não apresentam palavras-chave relacionadas à QV, resultando em um total de 37,25%; um número bastante elevado, considerando que são trabalhos publicados na Seção de QV.

Outra observação é a predominância do termo QV nas palavras chave, o qual aparece 11 vezes. Considerando que em apenas 32

trabalhos constam palavras chave relacionadas a aspectos da QV, esse número representa 34,3% desse total.

Já com relação aos 12 princípios da QV, notamos que os princípios 3 (Sínteses com reagentes de menor toxicidade), 5 (Diminuição de solventes e auxiliares) e 7 (Uso de matéria prima renovável) são os que mais aparecem, com pequena diferença quantitativa entre eles. Como percebemos e encontramos na literatura, a maioria dos trabalhos e estudos aplicativos da QV advém da área da Química Orgânica (PRADO, 2003; SANSEVERINO, 2000; COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2008). Motivo este que pode ser o mesmo na 37ª RASBQ e justifique a predominância destes três princípios nos trabalhos por nós individualizados.

Em contrapartida, os princípios 8 (Redução do uso de derivados) e 11 (Análise em tempo real para a prevenção da poluição) não foram citados nenhuma vez. Já o princípio 12 (Química Segura para a prevenção de acidentes) foi citado apenas uma vez. Eles não serem considerados é um alerta, pois todos são princípios muito relevantes, como no caso do princípio 12 - que tem a ver com a minimização de acidentes – que também deveria ser levado em conta todo o tempo, pois diz respeito diretamente à segurança dos indivíduos que manipulam as reações e também da população próxima.

A divulgação e melhor estudo de cada um dos 12 princípios devem continuamente ser realizados, para que estes que não são comumente considerados comecem a serem postos em prática, mas que isso seja feito de forma coerente e com real vislumbre da importância desses cuidados para o ambiente e para o ser humano.

Em nosso próximo capítulo procuramos contemplar fragmentos, na medida do possível, de todos os 51 trabalhos que nos dispusemos a analisar, respeitando assim nosso instrumento analítico, ou seja, a ATD. Porém, dentre todos os trabalhos, o trabalho T45 não aparece nas nossas análises, pois a nosso ver este trabalho não tem relação com a QV, apesar de ter passado pelo crivo dos avaliadores da RASBQ e ter sido aceito para publicação na seção de QV.

CAPÍTULO 4 – O Discurso Verde: Há ou Não uma Cortina de Fumaça?

Em nossa pesquisa, alguns dos principais pressupostos teóricos que orientaram nosso olhar e discussão sobre os principais aspectos de conteúdo relacionados aos temas que envolvem a presença da QV nas pesquisas químicas e na formação/ensino de Química foram sendo apresentados nos capítulos anteriores. Neste capítulo passamos a apresentar e discutir os resultados das análises dos trabalhos publicados na seção de QV da 37ª RASBQ. Para tanto, utilizamos como ferramenta analítica a Análise Textual Discursiva (ATD).

Alguns dos principais aspectos desse instrumento analítico, ATD, já foram anunciados anteriormente, porém retornaremos a eles para que o leitor possa acompanhar nosso percurso nas análises. O início desse processo é constituído pela leitura e significação. O texto é assumido como um conjunto de significantes, sobre os quais são atribuídos sentidos e significados. O pressuposto desse tipo de análise é que “toda leitura já é uma interpretação e que não existe uma leitura única” (MORAES e GALIAZZI, 2011, p. 14). A partir do processo de leitura o material é fragmentado ou desconstruído de forma a facilitar a análise detalhada do *corpus*¹¹ que dará origem às unidades de significado que são extraídas com base nas teorias e pontos de vista do pesquisador em função de sentidos pertinentes à pesquisa.

Essas unidades de significado são agrupadas segundo suas semelhanças semânticas, cujo objetivo é estabelecer relações que facilitem a compreensão desses elementos unitários constituindo, assim, em categorias temáticas que podem ser definidas *a priori*, isto é, com base nos referenciais teóricos e demais configurações da pesquisa de forma consciente e planejada; bem como podem surgir de uma auto-organização das unidades de sentido, baseada em conhecimentos tácitos do pesquisador, de seus referenciais, de forma inconsciente, e estas são denominadas de categorias emergentes (MORAES e GALIAZZI, 2011). Nessa pesquisa são definidas categorias emergentes, conforme os objetivos da dissertação, dentro das quais são construídas subcategorias, pelo processo de auto-organização das unidades de sentido. Por fim, segue a etapa de comunicação, que consiste na elaboração de textos

¹¹ O conjunto de documentos textuais analisados que representam as informações da pesquisa é denominado *corpus* (MORAES e GALIAZZI, 2011).

descritivos e interpretativos, chamados metatextos, que descrevem e interpretam os fenômenos investigados a partir das categorias determinadas.

É importante destacar que mesmo tendo como um dos principais focos de nosso trabalho a identificação de possíveis obstáculos a evolução da Química (clássica) à QV - portanto, uma das principais categorias fundamenta-se nos obstáculos epistemológicos de Bachelard - não iremos apenas destacar e discutir trechos onde estes estão presentes, pois também daremos destaque a trechos em que seja possível perceber a superação destes mesmos obstáculos.

Assim, os textos constitutivos do *corpus* da pesquisa foram analisados conjuntamente e a análise dos mesmos resultou nas categorias: Concepções e expressão de pertencimento à Química Verde; A Química Verde e suas relações com o meio ambiente; Nominalismo às vantagens da Química Verde. Tais categorias são apresentadas e discutidas nas próximas seções.

4.1- Concepções e expressão de pertencimento à Química Verde

Como evidenciado anteriormente, é possível encontrar na literatura e em vários meios de informação – a exemplo da internet -, algumas várias definições sobre o(s) conceito(s) de QV, muitas delas semelhantes à definida por Anastas e Warner (1998): “A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos químicos e processos, para reduzir ou eliminar, o uso e a geração de substâncias perigosas à saúde humana e ao meio ambiente”. Definição essa também utilizada pela IUPAC¹². Já o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010) define: “Química verde ou química para o desenvolvimento sustentável é um campo emergente que tem como objetivo final desenvolver as ações científicas e/ou processos industriais ecologicamente corretos”.

Encontramos outras definições, mas que trazem em seu discurso essas mesmas ideias, logo preferimos dar ênfase nessas duas. Observe que a primeira, de Anastas e Warner, apresenta um conceito sobre QV e a segunda, publicada pela CGEE, apresenta a QV com um campo, o que dá a entender que é uma nova área. Estamos nos atendo a isso porque nas leituras do *corpus* nos deparamos com alguns trechos que nos

¹² Informação disponível em: <http://www.usp.br/quimicaverde/>

remetem a estas e outras diferentes concepções de QV pelos autores dos textos.

Trouxemos à tona esse aspecto conceitual, pois além de situarmos a análise de trabalhos no âmbito da QV, está a preocupação de efetuar a análise das justificativas dos pesquisadores sobre a visão de pertencimento de seus trabalhos a esta nova “área” da Química.

Uma ideia que encontramos em diferentes trabalhos que compõem nosso *corpus* de análise de pesquisa se resume a pura associação à QV através da indicação, implícita ou explícita, à aplicação prática de algum dos seus 12 princípios. Entendemos que esse tipo de compreensão simplificada e de mera associação codificada a alguns de seus princípios esteja relacionado aos pressupostos e justificativas usados pelos precursores da QV quando da elaboração dos mesmos e deram muita ênfase à aplicação dos princípios como característica constitutiva dessa nova filosofia da Química. É isso que podemos perceber na grande maioria dos trechos dos trabalhos analisados, como por exemplo: “Portanto, o objetivo do trabalho é desenvolver um método, que se enquadre nos princípios da Química Verde para a extração dos corantes [...]” (T12-F4).

O trecho ressalta uma ideia muito presente em diversos trabalhos que se intitulam QV, isto é, a ideia de que para um método ou prática ser reconhecido como pertencente à QV precisa se “enquadrar” nos princípios da QV. Nesse trabalho os autores justificam esse pertencimento afirmando que: “As principais técnicas reportadas na literatura envolvem processos de adsorção, precipitação e degradação química, as quais podem apresentar alto custo e/ou **geração de potenciais resíduos**” (T12-F2 – grifo nosso), propondo-se, então, a desenvolver um método alternativo que contemple princípios da QV que não gere de resíduos, o que remete de forma direta apenas aos princípios 1 – Prevenção e 5 – Diminuição de solventes e auxiliares. Em outro trecho similar, afirmam: “Ademais, a substituição de solventes orgânicos agressivos ao meio ambiente por água se faz necessário segundo a ótica da Química verde” (T19-F2). Neste exemplo os autores destacam apenas diminuição de solventes e auxiliares (princípio 5), mas de forma implícita.

Em outro trabalho aparece uma referência aos princípios da QV apenas nas conclusões:

Foi desenvolvida uma nova rota sintética para a síntese de γ -butenolídeos, partindo de substratos simples (chlaconas). A última etapa reacional foi realizada utilizando montmorillonite K10 como catalisador e etanol como solvente, contemplando assim princípios de química verde (T28-F1).

Os princípios que os autores afirmam são os princípios 5 – diminuição de solventes e auxiliares e o de número 9 – Catálise. O interessante, nesse caso, é que durante toda a descrição do trabalho são destacadas informações de técnicas e procedimentos e não é feita nenhuma referência à QV, apenas no final eles concluem como se fosse uma coisa óbvia que os usos de um catalisador e de etanol como solvente contemplam princípios da QV, logo, esta é uma prática de QV. Esse aspecto não é exclusivo deste trabalho, outros também que constroem a argumentação de forma semelhante, deixando ou para as conclusões ou para apenas uma frase na introdução, alguma palavra ou frase que relacione o trabalho com QV.

Os trechos destacados acima apresentam de forma implícita alguns dos princípios da QV, ou seja, estão subentendidos no texto. Mas, pouquíssimos trabalhos trazem os princípios da QV de forma explícita, como no trecho a seguir:

Para a aplicação da EV na avaliação do grau verde na determinação de BP por HPLC e UHPLC (Tabela 1), desenvolveu-se seis critérios (CX) **baseados nos doze PQV**, a saber: C1: **Eficiência energética** – o manuseio da amostra ocorre a pressão e temperatura ambientes; C2: **Prevenção de gasto de energia** - diminuição no tempo de análise cromatográfica (HPLC e UHPLC); C3: **Economia de átomos** - utilizam-se pequenos volumes de amostras (μ L) e tamanhos de partículas; C4: **Reutilização de solução estoque e coluna cromatográfica**; C5: **Prevenção** - prevenir a geração de resíduos para evitar o posterior tratamento; C6: **Minimização de riscos ocupacionais** - redução de riscos ao analista. Posteriormente, atribuiu-se uma pontuação para a montagem da métrica. A pontuação interna e externa da EV compreende: 1 - grau verde mínimo; 2 - intermediário e 3 - máximo. De

acordo com a EV obtida pode-se avaliar o quão verde será o experimento (Figura 1) (T1-F1 – grifo nosso).

Nesse caso, são apresentados os princípios 1 – Prevenção, 2 – Economia Atômica, 6 – Eficiência Energética e o 12 – Química segura para a prevenção de acidentes. Este trabalho em particular apresenta algumas características distintas da maioria. Algo que vamos discutir melhor nas categorias posteriores. Porém, é importante ressaltar que neste trecho são citados pelo menos quatro princípios, o que aconteceu pouquíssimas vezes nos trabalhos divulgados nessa pioneira seção QV da 37ª RASBQ, isto pode ser conferido no Quadro 5, apresentado em nosso capítulo 3. Neste caso, evidencia-se uma concepção de QV mais abrangente, de pesquisadores preocupados com o todo e não apenas centrados na aplicação de um princípio isoladamente; sinalizando uma visão de ciência mais sistêmica em se tratando da dimensão ambiental¹³.

Podemos concluir até aqui, usando trechos destacados de alguns trabalhos, que em grande parte dos mesmos evidenciam-se uma ideia dos autores de que a mera aplicação de um ou dois princípios garante o “enquadramento” do trabalho como pertencente à QV, em sentido stricto, isto é, de salvaguarda e de prevenção ambiental. Como já dissemos isso aparece muito nas justificativas e/ou nas conclusões.

Já relatamos, no Capítulo 1, um aspecto que muitas vezes não é considerado nas práticas autodenominadas de QV, que são os casos de falsa “verdura química”, melhores comentados por Machado (2008), onde existem situações em que o seguimento de alguns dos 12 princípios da QV, ainda que conduza a um inegável acréscimo de

¹³Em uma entrevista sobre o lançamento de seu último livro, Adélio Machado comenta sobre a ciência sistêmica, que em contraste com a ciência reducionista, esta foca a atenção nos aspectos dos sistemas complexos com interesse para o investigador, e onde a pertinência substitui a evidência da ciência reducionista. Segundo ele: “A ciência sistêmica atende a todas as interações que influenciam o funcionamento do sistema, incluindo as com o meio exterior, capturando informação sobre o contexto, a escala e o tempo, isto é, a evolução do sistema. O aperfeiçoamento do modelo inicial por sucessivas melhorias, feito com base em experiências para averiguar em que grau o modelo se ajusta ao sistema, permite melhorar a qualidade do conhecimento, sem pretensões de completude, só até onde for requerido ou possível, pois pode não atingir o nível desejável” (Subtrópicos, Julho 2014).

verdura química, pode apenas ser de forma aparente, dado que as soluções adotadas foram propostas para resolver algum problema “ambiental”, mas acabaram por criar outros, tornando o processo global nocivo ao meio ambiente.

Assim, constatamos que muitos pesquisadores mantêm a ideia inicial - e de certa forma simplista -, de que QV se resume à aplicação de algum dos 12 princípios. E que isso é suficiente para que todo o processo químico envolvido seja ambientalmente sustentável, portanto, seja enquadrado como QV. Ainda que isso evidencie um compromisso com as formulações dos precursores da QV, que destacaram a importância dos 12 princípios como padrões da QV. Todavia, os precursores não justificaram essa mudança no modo de pensar e fazer da Química apenas do ponto de vista da eficiência química/técnica, como dissemos nas discussões que precedem nossa análise, na essência da formulação dos 12 princípios está a tentativa de uma resposta da Química aos problemas ambientais por ela gerados, reclamados pela sociedade em seus diversos fóruns internacionais. A ausência de posicionamentos e referências relativas a tais questões, nos trabalhos analisados até aqui, pode ser um sintoma de obstáculo ao pleno desenvolvimento da QV, na perspectiva de se constituir como um esforço desta à evolução da Química.

Bachelard (1996) ressalta que na formação do espírito científico o primeiro obstáculo resulta de observações da natureza que recebem explicações sem dedicar-lhes muita reflexão, pois nestes casos o cientista se concentra apenas em suas impressões imediatas para explicar os fenômenos sem propor análises mais profundas e sem apresentar novas ideias. Este é o obstáculo da experiência primeira, carregado de observação sem controle do cotidiano, tendo como ponto de partida a experiência imediata da natureza, nos dando à falsa impressão de que somos capazes de compreender plenamente os fenômenos que observamos.

Podemos observar esse obstáculo presente nos discursos de autores de diversos trabalhos já citados quando estes apenas “adotam” as concepções de QV expressas pelos precursores da QV e continuam reproduzindo um discurso e/ou suas sínteses elaborado por estes pioneiros (desde a década de 90) e que acaba reduzindo a QV a apenas uma aplicação dos 12 princípios. Uma ressalva: não se trata aqui de criticar negativamente a posição e as falas nos trabalhos analisados, mas sim chamar a atenção da comunidade para que haja uma maior e mais explícita sustentação científica e socioambiental dessa evolução na

forma de pensar e fazer a Química, não reduzindo os trabalhos apenas à aplicação de algum dos 12 princípios. Também se defende que haja uma preocupação mais holística da Química em relação aos problemas ambientais, de modo que a QV não se torne mais uma área da Química ou uma disciplina.

Em outro trecho de um trabalho vem exemplificada essa discussão:

Outra vantagem do método está na utilização de água como solvente (não tóxico, não inflamável, disponível a muito baixo custo), enquadrando-se assim nos princípios da Química Verde (T2-F1).

Os autores justificam o método utilizado e apresentam as vantagens do mesmo, porém utilizam apenas dois princípios da QV, a saber: 5 – Diminuição de solventes e auxiliares - trecho por nós destacado -, e o princípio 6 – Eficiência Energética, que aparece no próximo trecho:

Os resultados obtidos mostram que as reações em água sob aquecimento ôhmico, são mais eficientes quer em termos de rendimento de produto, quer em termos de tempo de reação (T2-F2).

A discussão cabe quando os autores se referem aos princípios da QV com uma ideia de totalidade, como se esse procedimento apresentado se enquadrasse em todos os princípios da QV, porém contempla apenas dois.

Em contrapartida, também encontramos em vários trabalhos afirmações e descrições da parte dos pesquisadores, que estão demonstrando um esforço no sentido de demonstrar a importância de se pensar a Química por uma nova ótica, preocupada com questões ambientais e com as discussões que devem ser feitas a esse respeito. No seguinte fragmento é possível constatar essa ideia:

Tendo em vista que a QV tem que deixar de ser apenas uma filosofia e passar a ser também uma atitude responsável, a aplicação da métrica EV nas determinações cromatográficas de BP mostrou ser

altamente pertinente, considerando a realidade de laboratórios de pesquisa e, cada vez mais, os de controle de qualidade (T1-F3).

Aqui os autores compartilham de nossa ideia de que a QV é uma filosofia, e mais que isso, que também necessita ser uma atitude de responsabilidade por parte de todos os químicos. Outra coisa possível perceber nesse fragmento, e que aparece em outros trechos deste mesmo trabalho, é que estes pesquisadores utilizam uma métrica holística, no caso a Estrela Verde, para fazer uma análise visual semi-quantitativa do grau de verdura química da reação em análise. Sabe-se que a EV¹⁴, analisa o cumprimento de vários, e alguns casos todos, os princípios da QV nos processos químicos envolvidos em determinado experimento, portanto, esta ferramenta didática, evidencia a preocupação com o todo, não apenas utilização de um ou outro princípio e, principalmente, tentando romper com práticas tradicionais que não levam em conta preocupações ambientais.

Reforçando essa ideia da necessidade de se preocupar com os impactos no ambiente, temos outro fragmento:

A poluição ambiental das águas de superfície por corantes têxteis tem se tornado um grande problema, devido a natureza recalcitrante destas substâncias e as suas propriedades carcinogênicas. A grande preocupação neste aspecto é que não possuímos métodos altamente eficientes e que não gerem resíduos subsequentes de alto impacto ambiental. Assim existe a necessidade urgente no desenvolvimento de novas tecnologias e de materiais que tentem a solução deste problema no espírito da química verde, isto é resolvendo um problema sem causar outros de difícil solução (T6-F1).

Aqui fica clara a ideia dos autores, e de forma direta, que existe uma preocupação com as práticas que envolvem corantes têxteis e a

¹⁴ Ver referências: DUARTE *et al* (2015), RIBEIRO e MACHADO (2013).

poluição das águas, gerada por esses procedimentos, bem como com as consequências para os seres humanos. Os autores buscam demonstrar a urgência de se desenvolver novos métodos e tecnologias que possam solucionar esses problemas sem causar outros, defendendo a ecoeficiência dos mesmos. Pensar e fazer tudo isso não é nada fácil, é um trabalho que demanda muito tempo, dedicação e investimentos financeiros, mas “cuidar” do ambiente é necessário, não apenas um mero capricho de ambientalistas.

Outro trabalho, que não trata de experimentos ou de novas metodologias, mas se refere à divulgação da QV, fazendo referência da sua imagem em jornais, apresenta uma concepção de QV, da qual compartilhamos:

O rápido aumento das publicações em Química Verde (QV) reflete a importância dessa área para a ciência. No campo econômico, as indústrias também têm reconhecido o valor da QV ao adotar os seus princípios. O mesmo se aplica às instituições de ensino superior, que adaptam seus currículos e propõem atividades de ensino em resposta a essa **nova forma de olhar para a química** (T25-F1 – grifo nosso).

O que merece destaque no fragmento é a afirmação dos autores ao se referirem a QV como uma nova forma de olhar para a química. Algo que vem totalmente de encontro com o que estamos apresentando e defendendo, isto é, que existe a necessidade de a Química Clássica ser feita e pensada sob um novo olhar, evoluindo a uma química mais limpa e preventiva em relação ao ambiente, nos moldes da QV. Portanto, existem necessidades urgentes de mudanças no discurso e das práticas dos químicos, retirando a “cortina de fumaça” no discurso ambiental da química.

Nesse mesmo contexto, o próximo fragmento ressalta a preocupação dos autores com o desenvolvimento de novas metodologias de síntese:

Assim, o presente trabalho apresenta a obtenção de 2-aril-2-oxazolininas a partir de ácidos carboxílicos derivados do alcatrão vegetal e aminoalcoóis de baixo custo, por meio de

metodologias que seguem os princípios da Química Verde, **em substituição à síntese orgânica clássica** (T31-F1- grifo nosso).

Nesse caso, os autores reconhecem que as metodologias clássicas de síntese orgânica utilizam solventes e reagentes tóxicos e ainda produzem muitos subprodutos, que também podem apresentar alta toxicidade. Portanto, uma clara preocupação de se fazer evoluir os métodos de síntese empregados pela Química Clássica. Com base nisso e com a preocupação de causar menos danos ao meio ambiente, propõem condições experimentais que atendem princípios da QV. Ainda seguindo essa linha de pensamento, encontramos outro fragmento de texto que destaca como os autores sinalizam a necessidade de confrontar novas metodologias com as usualmente utilizadas:

Entretanto, **convencionalmente** são utilizados óleos minerais, que são parafínicos ou naftênicos e que representam grande risco para o meio ambiente, podendo contaminar tanto o solo como os lençóis freáticos, quando estão em manutenção ou quando ocorre algum vazamento. **Por isso, o estudo para a utilização de outros líquidos isolantes**, em especial, óleos vegetais blendas, tem sido objeto de muitos estudos em todo o mundo (T37-F1 – grifo nosso).

Os autores deste trabalho indicam a preocupação com as práticas convencionais, que como dito por eles, que causam diversas contaminações. Por conta disso, procuram uma nova forma de obter o produto desejado, mas de uma forma menos poluente e agressiva.

A Química sendo interpretada como causadora de problemas ambientais pode ser resultante de uma visão limitada e pouco refletida do seu papel. No fragmento que destacamos a seguir, os autores não dizem diretamente que as práticas clássicas da Química são causadoras de problemas ambientais, porém o que afirmam deixa essa ideia subentendida: “A busca por novas metodologias de pesquisa que não causam impactos ambientais tem sido um dos desafios da Química Verde” (T50-F1). Ou seja, eles afirmam que existe, com a QV, uma busca por novas metodologias que não causem impactos, deixando

implícito que as antigas metodologias são causadoras destes impactos ambientais.

Essa mesma ideia também pode ser reforçada nesse fragmento:

De acordo com dados tanto teóricos quanto práticos, o método UHPLC para a determinação de BP **mostrou ser mais verde que o método convencional HPLC**, sendo que tal aspecto verde tem adquirido cada vez maior relevância, incluindo nos contextos que extrapolam a academia (T1-F2 – Grifos nossos).

Se um novo método mostra-se mais “verde” que o método tradicional isso significa dizer que o tradicional não leva em conta aspectos como a prevenção e a preocupação em criar problemas ao ambiente e ao ser humano. Cumpre notar que os conhecimentos técnico-científicos dessa ciência podem também ser utilizados para solucionar problemas ambientais.

Apresentamos até aqui diversos fragmentos de texto que podem nos mostrar as concepções de QV dos pesquisadores, bem como as expressões de pertencimento de seus trabalhos à Química “Verde”. Muitos deles realmente têm buscado justificar a adesão a essa nova filosofia e mudado o modo de pensar não só em relação à Química Clássica, mas ainda não apresentam argumentação própria sobre essa “nova” química, apoiando-se apenas e muito frequentemente na elucidação do(s) princípio(s) da QV envolvidos nas atividades químicas que desenvolveram. Esta forma tem sido o modo como exprimem o seu pertencimento a esse novo campo ou “área” da química. Alguns poucos autores vão um pouco além, exprimindo concepções da QV como uma forma holística de tratar os problemas do ambiente, portanto, vão além de discursos do simples aplicar os doze princípios. Essa nova visão de alguns dos pesquisadores cujos trabalhos foram citados aqui representa uma superação do obstáculo da experiência primeira, pois não aceitam a redução da QV à aplicação de princípios, mas estão refletindo sobre a mesma, problematizando e buscando propor novas ideias que sejam próprias destes pesquisadores.

Em contrapartida, essa superação não tem se dado com a maioria dos trabalhos analisados. A maior parte deles apresentam ainda concepções reducionistas, talvez baseada na racionalidade

instrumental¹⁵ da ciência, que acaba por não problematizar as causas e razões para o desenvolvimento de uma determinada técnica, bastando que a mesma resolva eficientemente o problema observado. Assim, mesmo os trabalhos sendo situados na seção QV da 37ª RASBQ, seus autores embora pareçam que compreendam e que desenvolvam novas formas de ver e pensar a Química parece-nos ainda precisar evoluir a uma consciência preventiva aos problemas causados ou não pela química.

4.2 – A Química Verde e suas relações com o meio ambiente

Nesta categoria vem expressa a análise sobre como os autores dos trabalhos exprimem suas compreensões sobre a relação existente entre questões ligadas ao meio ambiente e o desenvolvimento e uso da QV. Neste aspecto, observamos que em diversos trechos os autores se referem às práticas e metodologias que estão desenvolvendo como sendo mais limpas, ambientalmente amigáveis, com vantagens ambientais, o que em certo modo reflete entendimento de que a Química (Clássica) atualmente praticada não é verde e que causa muitos problemas ao meio ambiente. Isto está na base tanto da argumentação dos motivos para se desenvolver novas formas de evitar ou amenizar tais problemas, por meio da QV, quanto da ideia da (nova) relação entre homem-natureza, ou de modo mais simplificado, meio ambiente e Química.

Outro entendimento que fica evidente é o de que a QV só tem vantagens, seu uso sempre é amigável por isso ela é melhor em comparação com a “vilã” Química Clássica, pois ela veio como uma espécie de salvadora dos problemas ambientais que a Química causa, como se pode observar no seguinte trecho:

Estas análises são fundamentais para a avaliação dos alimentos que consumimos, porém **podem**

¹⁵ A Racionalidade Instrumental “consiste na solução instrumental de problemas mediante a aplicação de um conhecimento teórico e técnico, previamente disponível, que procede da pesquisa científica” (CONTRERAS, 2012, p. 101). Ou seja, as soluções para os problemas são obtidas a partir do conhecimento pré-estabelecido, podendo gerar ações mecânicas realizadas sem avaliar a situação vivenciada ou as possíveis consequências destas ações.

trazer prejuízos ao analista e ao meio ambiente, gerando grandes quantidades de resíduos de solventes tóxicos. Pensando na questão da sustentabilidade, encontramos na Química Verde um meio de resolver esta questão, substituindo solventes tóxicos e nocivos ao meio ambiente por solventes de menor impacto. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar um método cromatográfico que segue os preceitos da química verde para a determinação de aflatoxina e zearalenona por HPLC-FLD utilizando o etanol (EtOH) como fase móvel (T32-F1 – grifo nosso).

Aqui nesse fragmento os autores destacam que as análises às quais eles se referem são fundamentais, porém podem trazer prejuízos (problemas) tanto ao analista quanto ao meio ambiente, mas encontraram na QV um meio de resolver esses problemas. Afirmarções como esta retratam as expectativas que podem ser disseminadas na população de uma ciência salvacionista, gerada por um modelo de racionalidade, o qual acredita em uma ciência capaz de produzir verdades absolutas, conceito este tipicamente positivista (SOUSA SANTOS, 1988).

De maneira geral, os diversos autores apresentaram em vários momentos compreensões de senso comum sobre a relação entre as questões/problemas ambientais e a Química, por meio da visão simplificada das responsabilidades da Química quanto à origem dos problemas ambientais, considerando que a mesma só causa problemas ao meio ambiente, pois isso parece ser inevitável. Tais interpretações, de acordo com Marques e Cols. (2007) reforçam um sentido negativista à Química, além de serem decorrentes de entendimentos parciais sobre o que são e as origens dos problemas ambientais. Afinal, também outros aspectos e interesses entram em jogo, como os políticos, econômicos, culturais e sociais, que parecem não ser problematizados pelos químicos. Isto acaba por consolidar uma percepção culposa à ciência, no caso à Química, e não levando em consideração suas enormes contribuições ao desenvolvimento científico, tecnológico e social.

Uma das formas de entender a relação entre a Química e as questões ambientais encontra-se expressa no fragmento abaixo:

Atividades produtivas na área da química normalmente são causadoras de risco à saúde humana e poluição ao meio ambiente, visto que trabalha com substâncias tóxicas e/ou inflamáveis. A Química Verde é uma estratégia importante no que diz respeito à preservação do meio ambiente, uma vez que desenvolve metodologias e/ou processos eficazes e alternativos que visam a redução ou eliminação da quantidade de reagentes tóxicos e inflamáveis prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente. Um dos grandes desafios dos químicos sintéticos atuais é a incorporação das metodologias convencionais em metodologias verdes na construção de novas substâncias sintéticas utilizadas no desenvolvimento de novos fármacos (T43-F1 – grifo nosso).

Nesse trecho, observamos que os autores não generalizam que as atividades químicas sempre causam riscos à saúde humana e poluição ao meio ambiente, mas dizem que “normalmente” isso ocorre, considerando que a Química trabalha com substâncias tóxicas e/ou inflamáveis. Destacam a QV como uma estratégia no que diz respeito à preservação do meio ambiente, pois esta atua no desenvolvimento de processos alternativos que reduzam ou eliminem reagentes tóxicos e prejudiciais aos seres humanos e ao meio ambiente. Essa ideia pode ser problemática, pois deposita na QV uma espécie de “tábua de salvação”, como se esta fosse preservar o ambiente somente mudando de estratégia, por pressuposto parece considerar que a Química Clássica não adota tais estratégias. Nesse sentido, por generalizar as afirmações acaba por colocar uma “cortina de fumaça” ao adotar um discurso verde/limpo à química. Reforça a ideia de a QV possa ser uma nova ciência Química de tipo salvacionista. Por fim, parece desconhecer ou não considerar os limites impostos pela termodinâmica quanto à poluição entrópica, inerente as transformações materiais operadas pela química.

Ainda apresentando um entendimento similar ao exposto acima, trazemos um trecho de outro trabalho:

Os métodos clássicos de sínteses de NPAg se baseiam na redução dos íons prata por boroidreto de sódio e citrato de sódio. A busca pela síntese e

estabilização “verdes” de NPAg, tem ganhado espaço, **visando a redução do efeito nocivo ao ambiente pelos processos convencionais** (T38-F1 – grifo nosso).

Neste trecho os autores enfatizam que os processos convencionais têm efeitos nocivos ao ambiente e justificam as “buscas da QV, pois a mesma possibilita sínteses e estabilizações “verdes”, visando à redução desses efeitos ainda que fique muito tácito em que aspecto esta estabilização é verde (seria inerte ou “menos” prejudicial ao ambiente?). Segundo a argumentação dos autores, tal procedimento químico têm ganho espaço.

No fragmento que segue, parece haver uma preocupação em se criar alternativas aos métodos e tecnologias tradicionais para não se agredir o meio ambiente:

[...] oferecendo valores elevados de eficiência de inibição mesmo a baixas concentrações do inibidor, fato de importante relevância no desenvolvimento de um produto comercial, aliado ao fato de se tratar de um inibidor natural, **sendo uma alternativa aos atuais inibidores comerciais que agredem ao meio ambiente.** (T3-F2 – grifo nosso).

A ideia que passa é de que a química (tradicional) e seus métodos agredem o meio ambiente e a QV resolve isso. A ideia de meio ambiente agredido ou preservado contém justas preocupações, contudo afirmações demasiadamente simples como esta podem fortalecer um pressuposto falho, fazendo-nos acreditar em uma relação harmônica entre as transformações antropocêntricas (a maioria irreversíveis) e o meio ambiente, além das questões inerentes aos pressupostos termodinâmicos (entropia).

Encontramos também nesse mesmo sentido uma preocupação presente em diversos trabalhos, onde os autores apresentam como justificativas a importância de métodos e técnicas que diminuam ou não causem impacto ambiental, como se pode conferir nos trechos destacados a seguir: “A busca por novas metodologias de pesquisa que **não causam impactos ambientais** tem sido um dos desafios da Química Verde” (T50-F1 – Grifos nossos); “[...] A grande preocupação neste aspecto é que não possuímos métodos altamente eficientes e que

não gerem resíduos subsequentes de alto impacto ambiental [...]” (T6-F1 – Grifos nossos); “Os resíduos gerados nos processos de produção devem ser reduzidos e a destinação dos mesmos deve ser adequada, **diminuindo assim, os impactos ambientais negativos**, tornando a produção sustentável” (T15-F1 – grifo nosso), e ainda:

O uso do catalisador heterogêneo, em substituição ao catalisador homogêneo alcalino comumente usado, traz como vantagens a redução de formação de sabões e a fácil separação por filtração reduzindo a quantidade de água usada na lavagem e, por consequência, menor geração de efluentes, podendo ainda ser reciclados e reutilizados. Isso resulta numa simplificação do processo de transesterificação e na **garantia de menor impacto ambiental** (T5-F1 – grifo nosso).

O desenvolvimento de novas metodologias visando a obtenção de compostos biologicamente ativos de forma a **minimizar os impactos ao meio ambiente** é cada vez mais requerido no âmbito acadêmico e industrial (T27-F1 – grifo nosso).

Dois outros trechos remetem a essa mesma ideia, porém utilizam um termo diferente, “ambientalmente amigável”, como se pode ver a seguir:

A metodologia proposta é ambientalmente mais amigável por utilizar apenas soluções aquosas e o suporte sólido proveniente de fontes renováveis, sem necessitar de etapas morosas de clean-up da matriz (T13-F3 – grifo nosso).

O uso de ondas ultrassônicas resultou em uma alternativa eficiente na extração do sódio nas amostras. **A metodologia proposta se mostrou exata, precisa, rápida, barata e ambientalmente mais amigável** que a metodologia de extração oficial (T42-F5 – grifo nosso).

Todos esses trechos fortalecem a ideia comparativa de que as metodologias propostas a serem de QV precisam mostrar uma menor chance de causar impacto ambiental já que as metodologias tradicionais não têm essa mesma preocupação. Como já dito anteriormente, essas preocupações são válidas, porém podem nos fazer acreditar e encarar a QV como uma salvadora e que suas práticas não afetam o meio ambiente, e já comentamos anteriormente que existem mais questões que mostram a inverdade dessas ideias, pois as relações entre o meio ambiente e o homem não estão em harmonia, tendo em vista que as transformações causadas pela ação humana em sua maioria não apresentam reversibilidade e também precisamos encarar os impedimentos termodinâmicos, pois a Segunda Lei da Termodinâmica impõe que todas as atividades industriais e econômicas têm consequências ambientais negativas inevitáveis.

4.3 – Nominalismo às vantagens da Química Verde

Nos trabalhos analisados foi possível identificar que os autores mantêm uma preocupação em enfatizar as vantagens em se utilizar a QV, quase sempre se utilizando apenas de termos-chave, seja da área que trabalha seja da própria QV e preocupações com o meio ambiente. Normalmente se encontram os termos como: eficiente, baixo custo, fontes renováveis, sustentáveis, dentre outros.

O uso excessivo de simplificações terminológicas, ou nominalismo (Adorno, 2007), acaba por distanciar a teoria da realidade, objeto, coisas, fenômenos ou situações. Isso pode se tornar um problema, resultando assim em um obstáculo. Neste caso específico de uso de termos-chave estamos encarando o obstáculo verbal. Assim, o discurso “verde”, constitui ou alimenta aquilo que denominamos no título de nosso trabalho, como “cortina de fumaça”.

Enunciado por Bachelard (1996), o obstáculo verbal acentua a importância que é conferida a uma palavra associada a uma definição ou uma imagem na busca de explicações para diferentes fenômenos e, desse modo, a utilização de visões simplistas e restritas é trazida ao contexto científico, se criam generalizações e, especialmente, abrindo portas ao uso impreciso ou errôneo de termos.

No caso da QV e aspectos ambientais, tais generalizações e utilizações de palavras marcadas, muitas vezes querendo dizer uma coisa diferente daquela que o autor do trabalho afirma, são utilizadas

porque são reconhecidas como referências diretas às práticas que se preocupam com o meio ambiente, não deixando explícita se há ou não há concordância na definição destes termos.

Temos diversos fragmentos que podem explicitar esse tipo de problema, como a seguir: “**Outra vantagem do método** está na utilização de água como solvente (**não tóxico, não inflamável, disponível a muito baixo custo**), enquadrando-se assim nos princípios da Química Verde” (T2-F1 – grifo nosso). Quando os autores explicitam o uso de água como solvente como sendo uma vantagem desse método, eles estão certos, porque realmente a água não é tóxica, nem inflamável e está disponível a muito baixo custo quando comparado com outros solventes. Porém, o problema surge quando se utilizam destas justificativas para dizer que este é o motivo pelo qual o método é considerado de QV, reduzindo todo o processo químico caracterizando-o como sinônimo de ambientalmente compatível ou limpo, portanto QV (atende um dos seus dos 12 princípios). O enquadramento QV serviria como um “salvo-conduto” em relação à não poluição do meio ambiente. Algo que temos salientado ao longo de nossas discussões.

O trabalho T4 apresenta dois fragmentos interessantes, tanto na introdução/justificativa quanto nas conclusões, que reforçam a mesma ideia:

A levedura de pão, *Saccharomyces cerevisiae*, tem sido usada como ferramenta em síntese orgânica devido à sua alta estereosseletividade e eficiência em comparação com catalisadores convencionais. Além disso, apresenta **fácil disponibilidade, baixo custo, fácil manuseio e não é patogênica** (T4-F1- grifo nosso).

Vemos aqui, na parte destacada, semelhança com o fragmento anterior, onde exaltam as “qualidades” do composto utilizado através do adjetivismo ou nominalismo, que servem como uma justificativa a utilização da levedura de pão *Saccharomyces cerevisiae* em detrimento do método convencional. Já nas conclusões eles reforçam essa ideia, afirmando: “Os resultados preliminares apontam para uma **metodologia simples, eficiente, barata e menos agressiva** para a preparação de (*E*)-1,2-bis-arsil-selênio alquenos utilizando a *S.cerevisiae*” (T4-F2 – grifo nosso).

Vários trechos de diferentes trabalhos apresentam semelhanças de argumentação e raciocínio, onde a simples afirmação por meio do nominalismo justifica os processos físico-químicos e/ou metodológicos desenvolvidos e o “enquadramento” QV:

Neste contexto, o sistema aquoso bifásico (SAB) apresenta-se como uma alternativa para a remoção de corantes, pois trata-se de uma **técnica eficaz e simples**, além de ser constituído majoritariamente por água, sendo seus **demais componentes** (polímero e sal) **atóxicos, biodegradáveis e de baixo custo** (T12- F3 – grifo nosso).

Também chamados líquidos iônicos (LIs) de terceira geração, DES podem ser atraentes substitutos aos LIs convencionais, pois **são mais baratos** e podem ser **preparados de forma mais simples, não são tóxicos e são biodegradáveis** (T21-F1 – grifo nosso).

O processo de adsorção é um **método eficaz e econômico** no tratamento de efluentes têxteis, porém, faz-se necessária a pesquisa de materiais de baixo custo para que possa ser utilizado industrialmente. Resíduos agrícolas são materiais muito interessantes para o desenvolvimento de bioadsorventes, pois são **obtidos de forma extremamente barata e fácil na sociedade, além de ser possível de obter em grandes quantidades** (T23-F1 – grifo nosso).

Devido a **facilidade de execução, baixo custo** e possibilidade de **integração com o meio ambiente**, esta metodologia vem ganhando espaço na síntese de compostos opticamente ativos, inclusive no setor industrial (T29-F2 – grifo nosso).

Ainda identificamos, em outros trechos, como caso do Trabalho T4, que persiste a mesma ideia, centrada agora no aspecto econômico: “A determinação do sódio é feita por meio de fotometria de chama, uma

técnica simples, rápida, **barata** e seletiva quanto ao analito” (T42-F4 - grifo nosso). Nesse caso, a ênfase dos autores reforça algo muito presente na química que é a racionalidade econômica. Sem desconsiderar que o custo financeiro seja um fator importante nos processos de transformação, a racionalidade ambiental (homem incluso) precisa ser problematizada nas ciências e o fator financeiro (deveria) passar a ser um fator menos determinante.

Assim, os trechos acima dão a entender que os autores assumem que para ser caracterizado como QV um processo ou composto deve ser barato (de baixo custo), simples, eficiente, rápido, fácil, dentre outros. Resumidamente, esses aspectos estão centrados principalmente na dimensão econômica, e isso não necessariamente se relaciona com QV. Muitos métodos considerados verdes possuem um custo muito mais elevado para as indústrias em relação aos métodos tradicionais, oferecidos pela química clássica. Substituir solventes, mudar rotas de síntese, utilizar outras fontes de energia muitas vezes pode se tornar um processo muito mais caro economicamente, e conseqüentemente não será atrativo para a indústria substituir um método barato por outro que seja “limpo”, porém com custo alto. Nesse sentido, a preocupação dos pesquisadores em salientarem que os métodos apresentam baixo custo é extremamente válida, nossa crítica é que esse aspecto não pode ser o único a caracterizar um processo como sendo de QV.

Machado (2004) argumenta nesse sentido, alegando que recentemente tem ganho importância a ideia de que também são necessárias medidas legislativas e regulamentares para induzir a indústria na utilização da QV, embora isso não garanta uma mudança no estilo das práticas da Química Industrial, e ele reforça a ideia de que:

Mais importante que tudo, será procurar estabelecer sinergias econômico-ecológicas (em linguagem química, eco-sinergias!) – usar a QV para conjugar vantagens econômicas, por exemplo, aumento de competitividade da Indústria Química, com benefícios ambientais e ecológicos, o que pode ser conseguido por diversas vias, por exemplo, por diminuição da produção de resíduos. Produzir resíduos significa produzir prejuízos porque envolve perda de átomos das matérias primas, gastos adicionais no seu tratamento e deposição, etc. Claro que, para contribuir para a Sustentabilidade, a QV tem de ser praticada a

nível global – por exemplo, não poderão ser exportados processos menos limpos para os países em desenvolvimento (Machado, 2004).

Encontramos outros termos que são muito utilizados quando se tratam de preocupações ambientais e geralmente atrelados às práticas envolvendo QV. O uso do termo “fontes renováveis” é bastante enfatizado em práticas QV, visto que faz parte dos 12 princípios, sendo intitulado como o princípio 7. Diversos autores demonstram uma preocupação em que se substitua o uso dos combustíveis fósseis, altamente poluentes, porém estes continuam sendo mais utilizados na sociedade por conta do relativo baixo custo em comparação com fontes renováveis, que apesar de apresentarem um custo maior, o impacto ambiental provocado por estas é menor e permitem reduzir as emissões de gases de efeito estufa, por exemplo.

No próximo fragmento, do Trabalho T47, podemos ver uma alternativa utilizada como fonte de energia que é renovável: “Dentre as várias possibilidades de combustíveis obtidos de fontes renováveis se encontra o biodiesel produzido a partir de óleos e gorduras” (T47-F1). Nesse caso, o discurso genérico e nominativo, incorpora substantivamente o objeto biodiesel. Este é apenas um exemplo, dentre tantos meios que existem na literatura para se produzir fontes de energia renováveis. Também no fragmento abaixo podemos encontrar outro exemplo de fonte de energia renovável, no caso o “micro-ondas como fonte alternativa de energia”:

A metodologia apresentada neste trabalho possibilitou a obtenção dos ésteres de interesse, sob condições viáveis, utilizando a **irradiação de micro-ondas como fonte alternativa de energia** e reagentes **provenientes de biomassa renovável**, de acordo com os princípios da Química Verde (T50-F4 – grifo nosso).

O uso do termo “fontes renováveis” é tão disseminado no discurso jornalístico social sobre a química para identificar a QV, que o Trabalho T25 - um dos trabalhos que não trata de novas metodologias ou de práticas químicas, mas sim apresenta e discute outros aspectos da QV -, apresenta informações sobre a imagem da QV destacando justamente esse termo:

Este também é o princípio mais identificado nas notícias que abordam a química como atividade econômica, indicando que a imagem da QV nos jornais aparece muito atrelada ao uso de **fontes renováveis** quando o assunto é a **indústria química** (T25-F4 – grifo nosso).

Os autores afirmam que das notícias encontradas e analisadas por eles, 49% delas estão relacionadas ao princípio 7 – Uso de fontes renováveis. Isso mostra a importância que é dada a esse princípio na mídia enquanto a própria imagem da QV.

No mesmo sentido, é utilizado um termo semelhante, como podemos no fragmento do Trabalho T35 e de T15: “Neste sentido, solventes verdes como líquidos iônicos (LI’s) e CO₂ supercrítico (CO₂-SC) têm sido identificados como **alternativas sustentáveis** para pré-tratamento da biomassa, contemplando as premissas da química verde” (T35-F1 – grifo nosso) e “Os resíduos gerados nos processos de produção devem ser reduzidos e a destinação dos mesmos deve ser adequada, diminuindo assim, os impactos ambientais negativos, **tornando a produção sustentável**” (T15-F1 – grifo nosso). Esse termo “alternativas sustentáveis” é mais amplo, não se aplicando somente a fontes de energia, mas também a solventes, compostos e processos de produção, dentre outros, que podem ser uma alternativa no desenvolvimento de alguma metodologia voltada à QV.

Acreditamos que ao se objetivar o desenvolvimento de uma Química sustentável, ações e práticas que visem o emprego da QV tornam-se essenciais. Encontramos outros fragmentos que compartilham dessa ideia, como podem ver a seguir: “A utilização de resíduo de erva-mate como bioissorvente pode tornar o processo **economicamente sustentável**” (T23-F3 – grifo nosso). No fragmento abaixo também é reforçada essa ideia novamente:

O sistema aquoso bifásico (SAB) é promissor para recuperação de metais, pois é formado majoritariamente por água e os demais componentes são biodegradáveis e atóxicos, tornando o método **econômico e ambientalmente sustentável** (T24-F1 – grifo nosso).

Encontramos outro termo que vem de encontro com este mesmo significado: “Como o inhambu é uma **fonte sustentável** de recurso natural, bastante disponível na região nordeste, o seu uso contribui na busca da **química autossustentável**” (T26-F2 - grifo nosso). Esses diferentes termos são largamente utilizados em trabalhos envolvendo aspectos ambientais e de QV, porém o cuidado que se deve tomar é que estes não sejam utilizados apenas para dar certificação de limpo ou ambientalmente compatível a alguma metodologia de síntese, ou inserir-se nos modelos de discurso verde, mas que expressem a realidade das crenças e práticas do pesquisador.

O fato que a adjetivação e usos exagerados e não discutidos dos nominativos (Adorno, 2007), como no caso do nominativo sustentável, não explicita entendimento objetivo sobre o que os autores entendem por isso, sendo assim uma palavra de senso comum e muito polissêmica.

Existe uma grande discussão em torno do termo “sustentável”, principalmente quando este vem associado a outro termo bastante discutido também, que é “desenvolvimento”. Já abordamos essa discussão em capítulos anteriores, porém é importante destacar o que diz Veiga (2008) em seu livro “Desenvolvimento Sustentável – O desafio do século XXI”:

Seja qual for o futuro dessa colossal polêmica, o que já está claro é que a hipotética conciliação entre o crescimento econômico moderno e a conservação da natureza não é algo que possa ocorrer no curto prazo, e muito menos de forma isolada, em certas atividades, ou em locais específicos. Por isso, nada pode ser mais bisonho do que chamar de ‘sustentável’ esta ou aquela proeza. Para que a utilização desse adjetivo não seja tão abusiva, é fundamental que seus usuários rompam com a ingenuidade e se informem sobre as respostas disponíveis para a pergunta ‘o que é sustentabilidade?’ (VEIGA, 2008, p. 113).

Veiga (2008) continua discorrendo que desde 1987 tem havido um intenso processo de legitimação e institucionalização normativa da expressão “desenvolvimento sustentável” (DS), pois foi nesse ano que o relatório Brundtland caracterizou o DS como um “conceito político” e um “conceito amplo para o progresso econômico e social” (VEIGA,

2008, p.113). Porém, desde então, tem havido imensa discussão sobre o termo, sobre os entendimentos sobre o que é DS, e não há uma só definição, gerando várias concepções e crenças a esse respeito.

A crítica ao exagero no emprego de simplificações e do uso de termos, por Adorno caracterizado como nominativos (Adorno, 2007), busca salientar que a sustentação científica das proposições alternativas que a Química Verde vem oferecendo a todo o campo da Química e das ciências do ambiente, precisa estar mais bem esclarecidas e expostas, caso contrário podem reforçar os obstáculos a sua aceitação e a própria evolução da Química enquanto um ramo da ciência preocupada com o ambiente. Além disso, através de um discurso verde, coloca uma cortina de fumaça sobre os limites inerentes aos processos físico-químicos de transformação da matéria e energia, operadas pelo fazer da química; fundamentos estes já postulados pelas leis da termodinâmica. A QV é uma importante evolução da Química Clássica para uma Química atenta aos limites do ambiente, mas não será a resolução dessa importante e intrinsecamente contraditória relação depredatória entre homem e natureza. No máximo pode minimizar os custos nocivos ao ambiente.

Considerações gerais sobre as categorias de análise

Das análises realizadas para a primeira categoria (Concepções e expressão de pertencimento à Química Verde), percebemos que muitos dos autores têm buscado justificar a adesão a QV e mudado o modo de pensar não apenas em relação à Química Clássica, mas não apresentam argumentação própria, logo ainda estão se apoiando apenas e muito frequentemente na elucidação dos princípios QV envolvidos nas atividades químicas desenvolvidas por eles. Enquadrar seus trabalhos em princípios QV tem sido a forma como exprimem seu pertencimento a esse novo campo ou “área” da química. O que é para nós uma evolução. Temos alguns autores que vão um pouco além e exprimem concepções de QV como uma forma holística de tratar os problemas ambientais. Isso se dá com autores de trabalhos que são pesquisadores e pertencem a grupos de pesquisa envolvidos com questões ambientais e se dedicam a estudos sobre QV além da aplicação dos 12 princípios.

Essa nova visão destes poucos autores representa uma superação do obstáculo da experiência primeira, pois estão refletindo sobre a mesma, não aceitam a redução da QV à aplicação de princípios, e buscam propor novas ideias que sejam próprias destes pesquisadores.

Porém, na maioria dos trabalhos que analisamos essa superação não tem se dado. Na maior parte deles ainda observamos as concepções reducionistas, talvez baseadas na racionalidade instrumental, que acabam por não problematizar as causas e razões para o desenvolvimento de uma determinada técnica, basta apenas que a mesma resolva de forma eficiente o problema observado. Assim, entendemos que mesmo os trabalhos tendo sido situados na seção QV da 37ª RASBQ, a maioria de seus autores embora pareçam compreender e apresentem novas formas de ver e pensar a Química parece-nos que ainda precisam evoluir a uma consciência preventiva aos problemas causados ou não pela Química.

Na segunda categoria (A Química Verde e suas relações com o meio ambiente), analisamos como os autores dos trabalhos exprimem suas compreensões sobre a relação existente entre questões ligadas ao meio ambiente e o desenvolvimento e uso da QV. Observamos em diversos trechos um entendimento de que a Química (Clássica) atualmente praticada não é verde e que causa muitos problemas ao meio ambiente, pois se referem às práticas e metodologias que estão desenvolvendo como sendo mais limpas, ambientalmente amigáveis, com vantagens ambientais. Estes aspectos baseiam a argumentação dos motivos para se desenvolver novas formas de se evitar ou amenizar tais problemas por meio da QV e também da ideia da relação entre meio ambiente e Química.

Em alguns trechos fica evidente o pensamento de alguns dos autores dos trabalhos de que a QV só apresenta vantagens, pois seu uso é menos agressivo, mais amigável, e em comparação com a Química Clássica esta se torna “vilã” dos problemas ambientais causados pela Química, como podemos observar nos dois trechos a seguir:

Estas análises são fundamentais para a avaliação dos alimentos que consumimos, porém **podem trazer prejuízos ao analista e ao meio ambiente, gerando grandes quantidades de resíduos de solventes tóxicos. Pensando na questão da sustentabilidade, encontramos na Química Verde um meio de resolver esta questão**, substituindo solventes tóxicos e nocivos ao meio ambiente por solventes de menor impacto. Diante disso, o objetivo deste trabalho é avaliar um método cromatográfico que segue os

preceitos da química verde para a determinação de aflatoxina e zearalenona por HPLC-FLD utilizando o etanol (EtOH) como fase móvel (T32-F1 – grifo nosso).

Atividades produtivas na área da química normalmente são causadoras de risco à saúde humana e poluição ao meio ambiente, visto que trabalha com substâncias tóxicas e/ou inflamáveis. A Química Verde é uma estratégia importante no que diz respeito à preservação do meio ambiente, uma vez que desenvolve metodologias e/ou processos eficazes e alternativos que visam a redução ou eliminação da quantidade de reagentes tóxicos e inflamáveis prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente. Um dos grandes desafios dos químicos sintéticos atuais é a incorporação das metodologias convencionais em metodologias verdes na construção de novas substâncias sintéticas utilizadas no desenvolvimento de novos fármacos (T43-F1 – grifo nosso).

Nestes dois fragmentos os autores expressam ideias semelhantes. Primeiro a de que a Química é causadora de riscos aos humanos tanto quanto ao ambiente. Tais interpretações reforçam um sentido negativista à Química, e segundo Marques e Cols. (2007) estes entendimentos são decorrentes de entendimentos parciais sobre o que são e as origens dos problemas ambientais, pois não levam em conta que outros aspectos e interesses entram em jogo, como os políticos, econômicos, culturais e sociais, e estes aspectos parecem não ser problematizados pelos químicos. Isto consolida uma noção culposa à ciência, nesse caso a Química, e não considera suas contribuições ao desenvolvimento científico, tecnológico e social.

Além deste primeiro entendimento, esses fragmentos também destacam a QV com um papel salvacionista, depositando nela uma espécie de fé, como se ela fosse resolver todos os problemas causados pela Química Clássica. A ideia de meio ambiente agredido ou preservado contém justas preocupações, contudo afirmações demasiadamente simples como esta podem fortalecer um pressuposto falho, fazendo-nos acreditar em uma relação harmônica entre as

transformações antropocêntricas (a maioria irreversíveis) e o meio ambiente, além das questões inerentes aos pressupostos termodinâmicos (entropia).

Construímos uma terceira categoria (Nominalismo às vantagens da Química Verde), que abrange o que foi possível identificar quando os autores dos trabalhos analisados mantêm uma preocupação em enfatizar as vantagens do uso da QV, e para isso quase sempre se utilizam apenas de termos-chave, sejam estes da área que trabalha seja da própria QV. São encontrados normalmente os seguintes termos: eficiente, baixo custo, fontes renováveis, sustentáveis, dentre outros. Adorno (2007) chama isso de nominalismo, que é o uso excessivo de simplificações terminológicas, que acabam por distanciar a teoria da realidade, objeto, coisas, fenômenos ou situações. Isso pode resultar em um obstáculo, e neste caso encaramos o obstáculo verbal.

Enunciado por Bachelard (1996), o obstáculo verbal evidencia a importância que é conferida a uma palavra associada a uma definição ou uma imagem na busca de explicações para diferentes fenômenos e, desse modo, a utilização de visões simplistas e restritas é trazida ao contexto científico, se criam generalizações e, especialmente, abrindo portas ao uso impreciso ou errôneo de termos. Se tratando da QV e dos aspectos ambientais, estas generalizações e uso de palavras marcadas, são utilizadas porque são reconhecidas como referências diretas às práticas que se preocupam com o meio ambiente, porém muitas vezes estão querendo dizer uma coisa diferente daquela que o autor do trabalho afirma, e o enquadramento QV serviria como um “salvo-conduto” em relação a não poluição do meio ambiente.

Temos vários desses termos-chave no trabalho T4, onde selecionamos dois fragmentos que exemplificam nossa discussão, primeiro nas justificativas do trabalho onde exaltam as “qualidades” do composto utilizado através do adjetivismo ou nominalismo:

A levedura de pão, *Saccharomyces cerevisiae*, tem sido usada como ferramenta em síntese orgânica devido à sua alta estereosseletividade e eficiência em comparação com catalisadores convencionais. Além disso, apresenta **fácil disponibilidade, baixo custo, fácil manuseio e não é patogênica** (T4-F1 – grifo nosso).

E, em seguida, nas conclusões, os autores reforçam essa ideia: “Os resultados preliminares apontam para uma **metodologia simples, eficiente, barata e menos agressiva** para a preparação de (*E*)-1,2-bis-arsileno alquenos utilizando a *S.cerevisiae*” (T4-F2 – grifo nosso). Nesse caso e em diversos outros fragmentos, os autores reforçam algo muito presente na Química e em outras ciências, que é a racionalidade econômica. Sem desconsiderar que o custo financeiro é um fator importante, a racionalidade ambiental (homem incluso) precisa ser problematizada e passa (deveria passar) a ser um fator mais determinante.

De certa forma, os trechos destacados por nós ao longo da discussão desta categoria dão a entender que os autores assumem que um processo para ser caracterizado como QV deve ser barato (baixo custo), simples, rápido, eficiente, fácil, dentre outros. De forma resumida, estes aspectos estão centrados principalmente na dimensão econômica, e isso não necessariamente se relaciona com QV, pois muitos métodos considerados verdes possuem custo muito mais elevado para as indústrias em relação aos métodos tradicionais. Entendemos que salientar que as metodologias verdes que estes pesquisadores estão propondo são baratas e acessíveis é importante, mas nossa crítica reside em que este não pode ser o único aspecto a caracterizar um processo como sendo QV.

Outros termos tão disseminados pelos meios de divulgação social sobre a Química para identificar a QV são “fontes renováveis” e a palavra “sustentável”, que vem atrelada a diversos outros substantivos garantindo a estes o adjetivo “certo” para que se caracterizem como práticas de QV. Esses diferentes termos são largamente utilizados em trabalhos envolvendo aspectos ambientais e de QV, porém o cuidado que se deve tomar é que estes não sejam utilizados apenas para dar certificação de limpo ou ambientalmente compatível a alguma metodologia de síntese, ou inserir-se nos modelos de discurso verde, mas que expressem a realidade das crenças e práticas do pesquisador. O fato que a adjetivação e usos exagerados e não discutidos dos nominativos (Adorno, 2007), como no caso do nominativo sustentável, não explicita entendimento objetivo sobre o que os autores entendem por isso, sendo assim uma palavra de senso comum e muito polissêmica.

Criticar o exagero no uso de simplificações e termos caracterizados como nominativos por Adorno (2007) é no intuito de salientar que a sustentação científica das proposições alternativas que a Química Verde vem oferecendo a todo o campo da Química e das

ciências do ambiente precisam estar mais bem esclarecidas e expostas, caso contrário podem reforçar os obstáculos a sua aceitação e a própria evolução da Química enquanto um ramo da ciência preocupada com o ambiente.

Dentre todos os trabalhos publicados na seção QV da 37^a RASBQ, apenas dois apresentaram algum aspecto relacionado ao ensino da QV. Um deles trata da métrica da estrela verde e de forma sutil no final da introdução relaciona sua utilização com o ensino de Química, como podemos ver no fragmento que segue: “Se apresenta e discute também alguns exemplos de sua utilização, na perspectiva de que esta possa ser um instrumento **voltado tanto ao ensino da química** quanto aos cuidados que a Química deve ter com o meio ambiente” (T9 – F2 – grifo nosso).

No outro trabalho, T11, o autor inicia argumentando que os problemas que os desafios ambientais têm exigido dos campos da ciência o repensar dos princípios e objetivos que as regem, e com a Química isso não é diferente. Ele compartilha de nossa ideia de que é necessário considerar os postulados termodinâmicos (entropia) quando se discute a busca pela Sustentabilidade Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, já que a base material de nosso planeta é finita. Também diz que no Brasil as produções autodenominadas QV crescem e que estes “São conhecimentos e práticas que precisam se fazer presentes na formação dos químicos” (T11-F4).

Em outro trecho o autor justifica porque o ensino da QV ainda não se consolidou: “Considerando que a cerca de 20 anos é que começamos conhecer as primeiras reflexões e produções denominadas QV, talvez explique o porquê saber como ensiná-la seja ainda algo incipiente, variado” (T11-F6). Então ele apresenta um levantamento realizado por ele em conjunto com seu grupo de pesquisa sobre produções autodenominadas QV, e um número baixo dessas produções (43 de 228) eram voltados a questões curriculares e de ensino, porém alguns outros autores demonstram esforços no sentido dessa discussão, propondo que conteúdos de QV sejam “enxertados” em disciplinas variadas do currículo, ou então a introdução de disciplinas para abordar aspectos gerais e práticas em QV. Porém, este autor demonstra uma preocupação com o fato de que a QV acabe sendo reduzida a mais uma parte da Química, por isso ele propõe que:

A QV é uma resposta à nossas preocupações ambientais, mas necessita aportar à formação do químico de forma mais elaborada, sob risco de ser apenas mais um tipo de conhecimento disciplinar, fragmentado e sobreposto aos demais. Para tanto, propomos uma Educação Química Verde (T11-F9).

Concordamos com esta visão, de que a QV precisa ir além de ser uma nova disciplina ou parte da Química, e aos poucos esta vem ganhando força no meio da comunidade dos químicos, porém este é um novo desafio, e esperamos que nossa análise colaborasse na divulgação das tendências sobre a inserção da QV na Educação Química, pois consideramos fundamental que esta faça parte da formação dos químicos que irão atuar como professores e pesquisadores neste desafio epistemológico que a crise ambiental apresenta à Química e à humanidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscamos identificar indícios sobre eventuais obstáculos que estão impedindo que haja uma evolução da Química Clássica para a perspectiva QV. Para esse fim, buscamos analisar informações nos trabalhos (resumos) divulgados na seção de QV da 37ª RASBQ.

Por meio da Análise Textual Discursiva foi possível elencar diferentes categorias. A primeira delas foi identificar diferentes modos como os pesquisadores exprimem suas concepções e expressões de pertencimento à QV. As outras foram: as relações entre QV e meio ambiente e o nominalismo referente às vantagens do uso e aplicação da QV.

Uma das formas mais comuns de expressar pertencimento se resume à pura associação à QV através de indicações, explícitas ou não, à aplicação prática de algum dos seus 12 princípios. Entendemos que esse tipo de compreensão está relacionado aos pressupostos e justificativas usados pelos precursores da QV quando da elaboração dos mesmos, que deram muita ênfase à aplicação dos princípios como característica constitutiva dessa nova filosofia da Química. Diversos trechos ressaltam uma ideia muito presente em diferentes trabalhos intitulados QV, isto é, a ideia de que para uma prática ou metodologia ser reconhecido como QV precisa se “enquadrar” em algum dos princípios da QV. Ou seja, a impressão que temos, é que é preciso encaixar a todo custo as novas práticas químicas descritas nos trabalhos (nesse caso, Resumos publicados na 37ª RASBQ) nos princípios da QV, de modo que estas novas práticas possam ser enquadradas e reconhecidas como verdes. Geralmente essa necessidade de “enquadramento” vem associada às justificativas de que os métodos tradicionalmente utilizados não contemplam princípios QV.

Com base nisso foi possível constatar que muitos pesquisadores mantêm a ideia inicial de que a QV se resume à aplicação de algum dos 12 princípios, e que apenas isso é suficiente para que todo processo químico envolvido seja enquadrado como QV. De certa forma isso evidencia um compromisso com as formulações dos precursores da QV, todavia estes não justificaram essa mudança no modo de fazer e pensar da Química apenas do ponto de vista da eficiência química/técnica, mas na essência da formulação dos 12 princípios está a tentativa da Química

de dar uma resposta à sociedade pelos problemas ambientais por ela (química) gerados.

Quando Bachelard (1996) anuncia sua formulação dos obstáculos epistemológicos, ressalta que o primeiro obstáculo resulta de observações às quais não dedicamos muitas reflexões, apenas nos concentramos em impressões imediatas para explicar fenômenos. Ele chama este obstáculo de experiência primeira, pois tem como ponto de partida a experiência imediata da natureza, e com isso temos a falsa impressão de que somos capazes de compreender plenamente os fenômenos por nós observados. Acreditamos ter encontrado obstáculos nos discursos sobre QV e aspectos ambientais da parte de diversos autores de alguns trabalhos analisados por nós, os quais podem ser caracterizados como sendo dessa natureza, evidenciada por Bachelard. Tal manifestação aparece quando este apenas “adotam” os princípios de QV - expressas pelos seus precursores; quando produzem discursos elaborado por estes pioneiros no tocante as motivações para se adotar a QV e também sobre seus resultados: o alcance da sustentabilidade ambiental e do desenvolvimento sustentável.

Importante destacar que em nossa análise, ao questionar as posições e justificativas expressas pelos precursores, temos apenas o intuito de chamar a atenção da comunidade de químicos verdes (e de toda a Química) para que haja uma evolução na forma de pensar e fazer a Química, com maior e mais explícita sustentação científica aos aspectos socioambientais. Para que haja uma preocupação mais holística da Química em relação aos problemas ambientais e para que a QV não se reduza a mais uma área da Química ou uma disciplina específica.

Em contrapartida, como exemplo do modo de superação do obstáculo da experiência primeira, encontramos trechos nos trabalhos de autores que expressam essa evolução no modo de pensar, demonstrando um esforço no sentido de realçar a importância de se pensar a Química por uma nova ótica, preocupada com questões ambientais, superando a busca pela eficiência técnica da pura aplicação dos 12 princípios:

O rápido aumento das publicações em Química Verde (QV) reflete a importância dessa área para a ciência. No campo econômico, as indústrias também têm reconhecido o valor da QV ao adotar os seus princípios. O mesmo se aplica às instituições de ensino superior, que adaptam seus currículos e propõem atividades de ensino em

resposta a essa **nova forma de olhar para a química** (T25-F1 – grifo nosso).

O fragmento vem de encontro com o que estamos apresentando e defendendo, isto é, a necessidade de a Química (clássica) ser feita e pensada sob um novo olhar, evoluindo a uma química mais limpa e preventiva em relação ao ambiente, nos moldes da QV. Isso implica na reformatação da Química Clássica para que não existam diversas nomenclaturas e racionalidades (Química Clássica, Química Tradicional, Química Verde, Química Sustentável), retirando a “cortina de fumaça” no discurso ambiental da química. Para que isso possa de fato ocorrer precisamos resgatar e aplicar alguns aspectos da Filosofia do Não, organizada por Bachelard, quando este diz que uma nova teoria não implica no total abandono das teorias anteriores.

Com esta pesquisa pudemos observar que existe, em vários aspectos da implementação da QV, uma espécie de “cortina de fumaça”, a qual “encobre” partes do discurso verde dos químicos, fazendo com que os entendimentos sobre QV sejam de certa forma confusos dentro da própria comunidade dos químicos. Talvez esses aspectos dificultem ainda mais sua adoção entre todos os químicos. Dificulta ainda, em nosso modo de ver, para que não haja unidade no modo de proceder com suas práticas e nas divulgações de seus resultados. Mas, fundamentalmente, dificulta as justificativas sobre a necessidade de uma evolução da Química em direção a prevenção ambiental. Estas diferentes interpretações sobre as razões da QV resultam em obstáculos que vão sendo criados e propagados, dificultando inclusive sua disseminação no ensino e na formação dos químicos.

Acreditamos que uma forma de evitar que esses obstáculos se propaguem e continuem criando entraves na adoção da QV seja o uso de métricas. Estas teriam a função de auxiliar na avaliação do quanto a nova prática desenvolvida realmente se constitui como uma melhora na “verdura química” pela adoção dos princípios da QV, bem como tentar reunir o máximo possível dos 12 princípios quando se pensar em uma nova metodologia de síntese. É pensando no todo que se vai mudar a mentalidade de “clássica para verde”!

Como já dissemos, não advogamos que a QV se constitua em uma nova química, que para isso abandone completamente todos os conceitos e práticas da Química Clássica, mas defendemos a ideia de

reformatação dessa para que haja uma evolução na maneira de pensar e fazer a Química, para que o novo paradigma (ecológico) seja instaurado.

E, para reflexão final deixamos as palavras de Mill (1983) que representa nosso sentimento em relação aos cuidados com o planeta que deveríamos ter e espalhar aos outros:

Se a Terra tiver que perder a grande parte de amenidade que deve a coisas que o aumento ilimitado da riqueza e da população extirpariam dela, simplesmente para possibilitar à Terra sustentar uma população maior, mas não uma população melhor ou mais feliz, espero sinceramente, por amor à posteridade, que a população se contente com permanecer estacionária, muito antes que a necessidade a obrigue a isso (Mill, 1983, p.254).

REFERÊNCIAS

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

ADORNO, Theodor W. **Introdução à Sociologia**. São Paulo: Ed. UNESP, 2007.

ANASTAS, Paul T.; WARNER, John; **Green Chemistry: Theory and Practice**, Oxford University Press: Oxford, cap. 1, 1998.

BACHELARD, Gaston. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: J. Vrin, 1947. Tradução por Estela dos Santos Abreu. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

_____. **A filosofia do não**. Os Pensadores. Tradução por Joaquim José Moura Ramos *et al.* São Paulo: Abril Cultural, 1978.

BARBOSA, Gisele Silva. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Visões**, 4ª Ed, v. 1, n. 4, Jan/Jun 2008.

BRUGGER, Paula. **Educação ou Adestramento Ambiental?** 3º Ed, Argos: Letras Contemporâneas, 2004. 199 p.

BRUNDTLAND, Harlem Gro. **Our Common Future: The World Commission on Environment and Development**. United Nations: Oxford, 1987.

CELLARD, André. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, Vozes, 2008.

CGEE; **Química Verde no Brasil: 2010-2030**. Centro de Estudos e Gestão Estratégicos: Brasília, 2010.

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

CONTRERAS, José. **Autonomia de professores.** 2. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

CORRÊA, Arlene G.; ZUIN, Vânia Gomes. **Química Verde: fundamentos e aplicações,** 1º Ed, **EdUFSCar,** 2009.

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

CUNHA, Sílvio; SANTANA, Lourenço Luis Botelho de. Condensação de Knoevenagel de aldeídos aromáticos com o ácido de Meldrum em água: uma aula experimental de Química Orgânica Verde. **Química Nova,** v. 35, n. 3, p. 642-647, 2012.

DUARTE, Rita C.C.; RIBEIRO, M. Gabriela T.C; MACHADO, Adélio A.S.C. Using Green Star Metrics to Optimize the Greenness of Literature Protocols for Syntheses. **J. Chem. Educ.,** 92 (6), p.1024–1034, 2015.

FARIAS, Luciana A.; FÁVARO, Déborah I.T. Vinte Anos de Química Verde: Conquistas e Desafios. **Química Nova,** v. 34, n. 6, p. 1089-1093, Mar/2011.

FIEDLER, Haidi D.; NOME, Marcelo; ZUCCO, César.; NOME, Faruk. **Ciência da Sustentabilidade e a Química dentro da Conjuntura Educacional Brasileira.** 2005. Disponível em: http://www.inct-catalise.com.br/lacfi/downloads/Conjuntura_Educacional.pdf. Acesso em Julho de 2015.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. **A cortina de fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica**. São Paulo: Annablume, 1998. 236p.

LENARDÃO, Eder João *et al.* “Green Chemistry” – Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**, v. 26, n. 1, 123-129, 2003.

LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. **Educação, Emancipação e Sustentabilidade**: em Defesa de uma Pedagogia Libertadora para a Educação Ambiental. *In*: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). **Identities da educação ambiental brasileira**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2007. 232p.

_____. Bachelard: O filósofo da desilusão. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, v.13, n.3, p. 248-273, 1996.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.

MACHADO, Adélio S.C. Química e Desenvolvimento Sustentável – QV, QUIVES, QUISUS, Química, **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, v. 95, p. 59-67, 2004.

_____. Métricas da Química Verde – A produtividade atômica. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 107, 47-55, 2007.

_____. Das dificuldades da Química Verde aos segundos doze princípios. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 110, 33-40, 2008.

_____. Da Gênese ao Ensino da Química Verde. **Química Nova**, v. 34, n. 3, 535-543, 2011.

_____. **Química Verde: Uma Mudança Sistêmica da Química. Revista de Química Industrial**, n. 730, 2011.

_____. **Introdução às Métricas da Química Verde – Uma Visão Sistêmica**. Florianópolis, Editora da UFSC, 2014. 252 p.

MARQUES, Carlos Alberto *et al.* Sustentabilidade Ambiental: Um estudo com pesquisadores químicos no Brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 6, 914-920, 2013.

_____; MACHADO, Adélio S.C. Environmental Sustainability: implications and limitations to Green Chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 16, n. 2, p. 125-147, 2014.

_____; *et al.* Visões de Meio Ambiente e suas Implicações Pedagógicas no Ensino de Química na Escola Média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007.

MAY, Tim. **Pesquisa social: questões, métodos e processo**. Porto Alegre, Artmed, 2004.

MEIRELLES, Sílvia L. **Química Verde: A Indústria Química e Seus Impactos na Indústria da Construção**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MELO, Ana Carolina Staub de. **Contribuições da Epistemologia Histórica de Bachelard no Estudo da Evolução dos Conceitos da Óptica**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MILL, John Stuart. **Princípios de Economia Política: com algumas de suas aplicações à filosofia social**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. 494 p.

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

_____; GALIAZZI, M.C. Análise textual discursiva: Processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, SP, v. 12, n. 1, 01-12, 2006.

_____; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva** - 2º Edição revisada 2013. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2011. 224 p.

PIAI, Debora. **Hipóteses Sobre a Combustão Entre Alunos do Ensino Médio: A Epistemologia de Gaston Bachelard**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2007.

PRADO, Alexandre G.S. Química Verde, Os desafios da Química do Novo Milênio. **Química. Nova**, v. 26, n. 5, 738-744, 2003.

REIGOTA, Marcos. **Meio ambiente e representação social**. 2 Ed. São Paulo: Cortez, 1997. 87 p.

RIBEIRO, M. Gabriela T.C.; MACHADO, Adélio A.S.C. Holistic Metrics for Assessment of the Greenness of Chemical Reactions in the Context of Chemical Education. **J. Chem. Educ.**, 90 (4), p.432–439, 2013.

ROLOFF, Franciani Becker. **Questões Ambientais em Cursos de Licenciatura em Química: as vozes do currículo e professores**. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2011.

SACHS, Ignacy. **Primeiras intervenções: Ideias Sustentáveis**. In: NASCIMENTO, E. P. do; VIANNA, J. N. (org.). Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

SANSEVERINO, Antonio Manzollilo. Síntese Orgânica Limpa. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 102 – 107, 2000.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna**. *Estud. av.*, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 46-71, Aug. 1988. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40141988000200007>. Acesso Junho 2015.

_____; **Um Discurso sobre as Ciências**. Edições Afrontamento; Porto; 1988 (1- 22).

SILVEIRA, Marcelo Pimentel da. **Uma análise epistemológica do conceito de substância em livros didáticos de 5º a 8º série do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOUSA-AGUIAR, Eduardo F. *et al.* **Química Nova**, Vol. XY, No. 00, 1-5, 200; Julho/2014.

SOUZA FILHO, Moacir Pereira de. **O Erro em sala de aula: Subsídios para o ensino do eletromagnetismo**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2009.

THORNTON, Joseph. Beyond Risk: An Ecological Paradigm to Prevent Global Chemical Pollution. **Risk Assessment and Global Pollution**, v. 6, n. 3, p. 318-330, out.-dez. 2000.

VEIGA, José Eli da; **Desenvolvimento Sustentável – o desafio do século XXI**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 3ªed. 220p.

ZANDONAI, Dorai P. *et al.* Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino, **Revista Virtual de Química**, vol. 6 (1), p. 73-84, Ago/2013.

ANEXOS

Anexo A – CD com arquivos dos 51 trabalhos analisados.