

A circulação de conhecimentos em Química Verde em produções da SBQ: reflexos na formação dos químicos

Franciani Becker Roloff¹[✉] (PG), Erica D. S. Dias¹[✉] (PG), Carlos Alberto Marques¹[◊] (PQ)

¹Universidade Federal de Santa Catarina, [✉]Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, [◊]Departamento de Metodologia de Ensino, 88040-910 - Florianópolis (SC), Brasil. franroloff@gmail.com

Palavras-Chave: Química Verde, Circulação intercoletiva e intracoletiva de ideias, Publicações SBQ.

RESUMO: Partindo das categorias epistemológicas de Ludwik Fleck, apresenta-se parte de uma pesquisa que discute, pelo viés da Química Verde, a *circulação intercoletiva e intracoletiva de ideias* sobre aspectos ambientais no ensino da Química e na formação dos químicos. Foram analisados trabalhos publicados no âmbito da SBQ (reuniões anuais e periódicos), no período entre 2002-2014. Partindo de categorias definidas a priori, as análises sobre os problemas que deram origem aos trabalhos relativos ao uso/emprego da QV apontam para um tipo e/ou característica de motivação onde predomina um “*vinculo à outros aspectos*”, como por exemplo o da busca pela Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável. Além disso, outras quatro motivações foram identificadas: *curricular, estratégias, atividades experimentais e materiais para uso e ensino da QV*. Foi possível perceber que a circulação de ideias vem ocorrendo entre diferentes coletivos de pesquisadores (de química e de educação química), visto o compartilhamento de pressupostos teóricos e práticas investigativas.

INTRODUÇÃO

A degradação ambiental, que tem ocorrido em nível planetário, está intimamente relacionada às relações entre homem – natureza, agravada principalmente pelo seu modo de vida social e atividades econômicas. Neste cenário, a Química – por dar base científica às transformações da matéria, além de utilizar e desenvolver algumas atividades que causam impactos ao meio ambiente - vem se aproximando rapidamente de novos compromissos societários, adotando novos esforços que objetivam investigar e contribuir com respostas aos problemas ambientais. Tal iniciativa tem implicado, em certa medida, em mudanças paradigmáticas no modelo de produção científica e industrial da química, com implicações, em nível variado, também no ensino da Química, realçando compromissos de cuidados com o ambiente na forma de prevenção. Nesse sentido, a evolução da ciência Química, implica na convergência da ética com a preservação ambiental, intimamente relacionada com a difusão, aplicação e o ensino dos princípios da Química Verde (QV), com base no domínio de conhecimentos científicos.

Neste trabalho, parte de uma pesquisa de doutorado em andamento, discute-se sobre a importância do ensino da QV. Fazemos isto considerando o contexto de um paradigma ecológico para a Química¹ (THORNTON, 2000), que visa colocar o conhecimento químico referenciado na perspectiva ambiental, que concebe uma Química mais sustentável desde os processos de síntese às aplicações industriais, incluindo a avaliação dos métodos analíticos e de aferição da veracidade química (métricas). Com auxílio da perspectiva epistemológica fleckiana (FLECK, 2010), será dada especial atenção para circulação de ideias e práticas sobre a temática ambiental, materializadas em estudos sobre e/ou de relatos de atividades com a QV,

¹ As bases deste novo paradigma incorporam o *princípio da precaução* (PP). É constituído ainda por quatro pilares de ação química: 1) Descarte zero; 2) Produção limpa; 3) Ônus reverso; 4) Controle de classes de produtos químicos. Têm como foco a prevenção de problemas ambientais (causados pelo descarte inapropriado de substâncias químicas), e na precaução, evitando-se práticas que tenham o potencial de gerar danos ao ambiente.

particularmente no ensino da Química, a partir de publicações feitas nos espaços de divulgação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) (anais de sua reunião anual e de suas quatro revistas científicas). Busca-se, assim, compreender a dinâmica de construção, disseminação e circulação coletiva do conhecimento acerca da QV, de modo a analisar a ressonância no ensino da química.

A dinâmica envolvida no tráfego de conhecimentos, de acordo com Fleck (2010), se dá por meio da circulação inter e intracoletiva de ideias. A circulação intracoletiva ocorre dentro do *círculo esotérico*, ou seja, de um determinado *coletivo de pensamento*, entre os especialistas de mesmo *estilo de pensamento*². Já a *circulação intercoletiva* torna-se responsável “[...] pela disseminação, popularização e vulgarização do(s) estilo(s) de pensamento para outros coletivos de não especialistas [...]” (DELIZOICOV, 2004, p. 166), constituintes do *círculo exotérico*³. Assim, tal diálogo é caracterizado pela comunicação entre *coletivos de pensamento* distintos. Porém, para Fleck (2010), tais coletivos podem possuir pequenas diferenças entre os *estilos de pensamento*, e sua comunicação e troca de ideias favorece novos rumos para pesquisas, em áreas correlacionadas. Em nossos estudos, principalmente os autodenominados “químicos verdes” (precursores da QV), se constituem como o coletivo de especialistas (*círculo esotérico*), sendo que dentro deste ocorre a circulação intracoletiva de pensamento e práticas da QV. Já os membros da comunidade dos químicos formada pelos coletivo de educadores químicos, se situariam como círculo exotéricos e a circulação com o coletivo de especialistas químicos da QV seria de natureza intercoletiva.

Portanto, para entender a dinâmica da circulação, considera-se de fundamental importância a reflexão crítica sobre a contribuição de publicações científicas no âmbito da QV (nos espaços de divulgação da SBQ), pois são reflexo da produção da comunidade epistemológica dos QV (EPICOCO; OLTRA; SAINT-JEAN, 2014) – o que pensam, pesquisam e julgam prioridade – que de certa maneira, influencia e reflete na formação dos químicos. Em nossa investigação, nos interessa a inferência na formação dos professores de Química, afinal são os responsáveis pelo ensino formal desta ciência, promovendo a divulgação da nova postura proporcionada pela QV em relação ao ambiente, relevando a sua importância societária ao buscar contribuir para uma cultura dirigida à busca da Sustentabilidade.

PERCURSO METODOLÓGICO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Buscamos identificar trabalhos publicados no âmbito da SBQ de 2002 a 2014⁴, cujos autores se autodenominassem QV. As plataformas online disponibilizadas pela SBQ foram utilizadas para o levantamento das publicações das Reuniões Anuais da SBQ (RASBQ) e de quatro de seus periódicos: Química Nova (QN), Química Nova na Escola (QNEsc), Revista Virtual de Química (RVq) e Journal of the Brazilian Chemical Society (JBCS). A chave de busca se deu pelos termos específicos: *Química Verde*, *Ensino da Química Verde*, *Ensino de Química Verde*, *Green Chemistry*, *Green Chemistry Education* e *Green Chemistry Teaching*, especificamente nos títulos,

² Olhar constituído por concepções, crenças, pressupostos, conhecimentos, atuações e práticas *compartilhadas* por certo grupo de indivíduos, acerca de determinado objeto do conhecimento, que se constitui historicamente.

³ Constituído pelos leigos formados que **não compartilham** do mesmo estilo de pensamento dos sujeitos do círculo esotérico.

⁴ Localizamos temporalmente esse levantamento entre os anos 2002 e 2014, pois é a partir deste período que começam a ser mais significativas as publicações acerca da QV, conforme apontam, por exemplo, os trabalhos de Costa, Ribeiro e Machado (2008) e Sousa-Aguiar e colaboradores (2014).

resumos e palavras-chave das produções. Tal escolha se justifica pelo fato da SBQ constituir-se como a principal sociedade de Química do país.

A Tabela 1 e o Gráfico 1, abaixo, mostram a distribuição/publicação dos trabalhos e pesquisas ao longo dos anos (2002-2014), em cada um dos veículos da SBQ pesquisados.

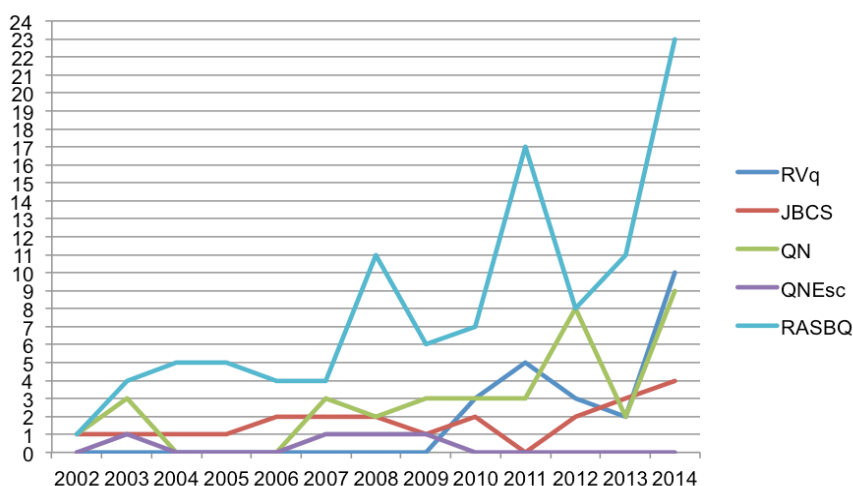
Tabela 1: Número de publicações QV anuais nos veículos da SBQ

ANO	RVq	JBCS	QN	QNEsc	RASBQ
2002	---	01	01	---	01
2003	---	01	03	01	04
2004	---	01	---	---	05
2005	---	01	02	---	05
2006	---	02	---	---	04
2007	---	02	03	01	04
2008	---	02	02	01	11
2009	---	01	03	01	06
2010	03	02	03	---	07
2011	05	---	03	---	17
2012	03	02	08	---	08
2013	02	03	02	---	11
2014	10	04	09	---	23*
Total	23	22	38	04	106

*A primeira reunião que contou com uma seção exclusiva para os trabalhos QV, porém nem todos empregavam os termos de busca no título e/ou palavras-chave.⁵

Para melhor visualização dos dados, os apresentamos na forma de um gráfico.

GRÁFICO 1: Distribuição anual de publicações QV na SBQ (2002-2014)



É perceptível que as publicações em Química Verde ao longo do tempo têm crescido significativamente, principalmente nas RASBQ, muito embora os periódicos QN e RVq demonstrem evolução no número de publicações, principalmente a partir da primeira década do século XXI. É possível observar ainda, que em 2002 o JBCS e a QN já tinham artigos publicados que continham os termos Química Verde e/ou *Green*

⁵ Para saber mais sobre os trabalhos apresentados na seção Química Verde da 37ª RASBQ, ver DIAS, E. D. S.; MARQUES, C. A. Produções científicas sobre Química Verde e seu ensino nas RASBQ. **Anais: XVII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2014. v. 1, p. 3505.

Chemistry (GC), além um trabalho apresentado na RASBQ. Isso vai de encontro com os estudos de Sousa-Aguiar e colaboradores (2014), que apresentam uma análise da produção bibliográfica mundial sobre QV, comentando que esta filosofia vêm ganhando destaque na comunidade científica ao longo dos últimos anos. Utilizando a base de dados *Web of Science*, os autores realizaram uma busca por artigos publicados até 2013 que contivessem os termos *Green Chemistry* (800 artigos), *sustainable chemistry* (120 publicações) e *clean Chemistry* (7 artigos). Observaram ainda que o termo *Green Chemistry* é o mais utilizado como palavra-chave em publicações, e elencaram um ranking de periódicos que mais publicam em QV. A revista Química Nova, com 49 artigos foi o único periódico brasileiro presente na pesquisa e ficou na 17ª posição, em um universo de 32 revistas elencadas.

A partir da leitura de todos estes trabalhos foi possível realizar uma classificação de acordo com o foco de cada um deles. A Tabela 2 apresenta uma síntese das produções nos periódicos SBQ e nas RASBQ, cujos autores os caracterizaram como sendo publicações *em* e *sobre* Química Verde.

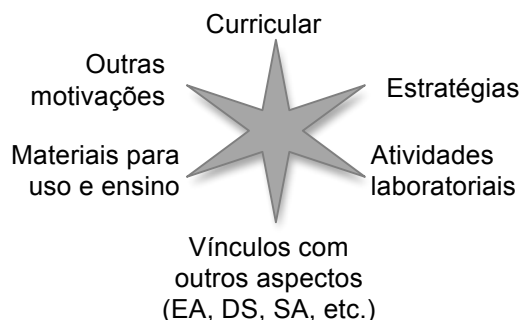
TABELA 2: Síntese da distribuição das produções autodenominadas QV na SBQ, entre 2002 e 2014 (primeiro semestre), segundo o veículo de divulgação e foco

Veículo de divulgação	Nº de produções	FOCO											
		Conteúdos disciplinares										Currículo (Formação e ensino)	
		ORG	INO	CAT	ANA	AMB	INTEGRADORA	INTRODUTÓRIA	DISC .EXP	FIS	QMT	PROFESSOR	QUÍMICO
RVq	23	17	-	04	-	-	-	-	-	01	-	01	-
JBCS	22	10	-	07	04	-	-	-	-	01	-	-	-
QN	38	10	01	05	08	01	-	-	-	-	-	03	10
QNEsc	04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	03	01
RASBQ	106	50	01	16	17	02	03	03	01	01	01	-	11
Total	193	87	02	32	29	03	03	03	01	03	01	07	22

Nota: AMB (Química Ambiental); ANA (Química Analítica); CAT (Catálise); FIS (Físico-Química); QMT (Química dos Materiais); INO (Química Inorgânica); ORG (Química Orgânica).

Observa-se que o número de produções dirigidas à formação dos químicos e ao ensino da QV (coluna currículo) é relativamente pequeno, correspondendo a aproximadamente 15% quando comparado ao total de produções. Merece destaque a quantidade significativa de produções nas RASBQ (cerca de 55% da amostra), e por fim, o grande número de produções em QV na área da Química Orgânica, Química Analítica e Catálise (aproximadamente 77%), algo que não se diferencia do que tem sido evidenciado na literatura internacional (CORREA *et al.*, 2013; MARQUES *et al.*, 2013). Neste trabalho, nos debruçamos sobre as publicações elencadas nesta tabela e que foram por nós classificadas como de natureza curricular, ou seja, aquelas voltadas à formação do químico e dos professores de Química, totalizando 29 publicações.

Um importante aspecto que serviu de instrumento de análise foi a identificação do tipo e/ou característica dos problemas que deram origem aos trabalhos, o qual representamos abaixo:



Tipologia/característica(s) da motivação associada ao problema que originou o trabalho das T&D

A identificação desses aspectos (as motivações para o uso/emprego/justificativa da QV nos trabalhos) foi efetuada de forma sistemática a partir da leitura do resumo, introdução, problema, objetivos, metodologia, conclusões e das referências bibliográficas empregadas.

Foram classificadas como de ordem **curricular** aquelas publicações que de alguma maneira sugerem, utilizam e/ou defendem a necessidade de se incluir a QV no currículo (seja ele de formação do químico ou da educação básica). Identificamos também trabalhos que utilizam a QV como **estratégia** de/para o ensino, e/ou contextualização de temas/assuntos ambientais no ensino de Química, além daqueles que trazem exemplos (retirados da literatura) para aplicações dos princípios da QV.

Já os trabalhos categorizados com foco motivacional em **atividades laboratoriais** estão as que apresentam procedimentos experimentais, com o emprego dos 12 princípios norteadores da QV. Diferente da categoria anterior, aqui as sínteses, os experimentos e/ou as análises são realizadas pelos próprios autores dos trabalhos. Nas publicações que utilizaram, relacionaram ou defenderam o uso da QV como justificativa ao alcance/busca do desenvolvimento sustentável, da sustentabilidade, da sustentabilidade ambiental; ou aqueles que a sugeriram como possibilidade de trabalho concomitante à educação ambiental ou à química ambiental no ensino da Química, foram classificados como tendo **vínculos com outros aspectos**. Nos trabalhos identificados como de **outras motivações** estão aqueles que não se enquadraram em nenhuma das cinco classificações anteriores, definidas a priori.

Os Quadros 1 e 2 apresentam a distribuição dos trabalhos analisados, segundo a categorização que receberam no que diz respeito à motivação associada ao problema que deu origem à publicação.

Quadro 1: A circulação (intra-coletiva) de ideias nos trabalhos voltados à formação dos químicos

No âmbito da circulação Intra-coletiva Círculo Esotérico - Formação do Químico
“Green Chemistry” – Os 12 Princípios da Química Verde e Sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa, QN , 26 (1), 123-129, 2003. Estratégia
Desenvolvimento Sustentável e Química Verde QN , 28 (1), 103-110, 2005. Estratégia
Recursos Humanos Para Novos Cenários, QN , 32 (3), 567-570, 2009. Curricular
Uma Métrica Gráfica para Avaliação Holística da Verdura de Reações Laboratoriais – “Estrela Verde”, QN , 33 (3), 759-764, 2010. Materiais para uso e ensino
Da Gênese ao Ensino da Química Verde, QN , 34 (3), 535-543, 2011.

Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade
Vinte Anos de Química Verde: Conquistas e Desafios, QN , 34 (6), 1089-1093, 2011.
Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade
Dos Primeiros aos Segundos Doze Princípios da Química Verde, QN , 35 (6), 1250-1259, 2012.
Materiais para uso e ensino
Novas Métricas Holísticas Para Avaliação Da Verdura De Reações De Síntese Em Laboratório, QN , 35 (9), 1879-1883, 2012.
Materiais para uso e ensino
Síntese e Hidrólise de Azalactonas de Erlenmeyer-Plöchl Mediadas por Radiação Micro-Ondas em Aparelhos Doméstico e Dedicado: Experimentos de Química Orgânica para a Graduação, QN , 36 (1), 190-194, 2013.
Atividade experimental
Sustentabilidade Ambiental: Um Estudo com Pesquisadores Químicos no Brasil, QN , 36 (6), 914-920, 2013.
Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade Ambiental, Sustentabilidade
As representações sociais de Química Ambiental do alunos iniciantes na graduação em Química, QNEsc , 31 (1), 46-54, 2009
Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade, Educação Ambiental, Química Ambiental
Um Projeto de Divulgação da Química Verde no Brasil, 30ª RASBQ
Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável
Vegetais como Reagentes Químicos: Uma Proposta Experimental Baseada na Química Verde, 32ª RASBQ
Atividade experimental
Perspectivas da disciplina Introdução à Química Verde e Química Sustentável, 32ª RASBQ
Vínculo com outros aspectos: Sustentabilidade Ambiental, Química Sustentável
Mapeamento do Entendimento de Conceitos de Química Verde nos Estratos Acadêmicos da Universidade Federal do ABC, 34ª RASBQ
Vínculo com outros aspectos: Sustentabilidade
A Química Verde inserida nos experimentos didáticos de química, 35ª RASBQ
Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável
Propostas de Química Experimental Baseadas na Química Verde, 35ª RASBQ
Atividade experimental
Resolução enzimática empregando-se cenoura: uma proposta de experimento para disciplina de Química Orgânica Verde, 35ª RASBQ
Atividade experimental
Análise da verdura química em atividades experimentais de disciplinas de graduação em Química da UFSC, 37ª RASBQ
Materiais para uso e ensino
Atualização da Estrela Verde para o sistema GHS: reconstruindo uma métrica ambiental holística, 37ª RASBQ
Materiais para uso e ensino
Construindo Bases Teóricas para uma Educação Química Verde, 37ª RASBQ
Curricular
Contribuições do ensino da Biotecnologia para a Química na perspectiva da Química Verde, 37ª RASBQ
Vínculo com outros aspectos: Biotecnologia

Quadro 2: A circulação (intercoletiva) de ideias nos trabalhos voltados à formação dos professores de Química

No âmbito da circulação Intercoletiva Círculo Exotérico - Formação do Professor
Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino, RVq , 6 (1), 73-84, 2014.
Estratégia
Química Verde, os Desafios da Química do Novo Milênio, QN , 26 (5), 738-744, 2003.
Curricular
Visões de Meio Ambiente e suas Implicações Pedagógicas no Ensino de Química na Escola Média., QN ,

30 (8), 2043-2052, 2007. Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade Ambiental, Química Sustentável, Educação Ambiental
Questões Ambientais na Voz dos Formadores de Professores de Química em Disciplinas de Cunho Ambiental, QN , 37 (3), 549-555, 2014. Vínculo com outros aspectos: Sustentabilidade, Sustentabilidade Ambiental, Educação Ambiental, Química Ambiental
Química a Serviço da Humanidade, QNEsc , Caderno Temático 5, 3-6, 2001. Vínculo com outros aspectos: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade Ambiental, Química Ambiental
A Chuva Ácida na Perspectiva de Tema Social: Um Estudo Com Professores de Química, QNEsc , 25, 14-19, 2007. Vínculo com outros aspectos: Temas sociais, Problematização, Contextualização
O Conhecimento Químico E A Questão Ambiental Na Formação Docente, QNEsc , 29, 30-33, 2008. Curricular

É possível perceber a predominância de propostas que vinculam a QV a outros aspectos e/ou perspectivas, a exemplo da Química Ambiental (QA), do Desenvolvimento Sustentável e da Sustentabilidade. Quase metade do total das produções (45% da amostra) enquadrou-se em tal perspectiva (*Vínculo com outros aspectos*), como melhor representado no gráfico abaixo.

GRÁFICO 1: Categorias circulantes em trabalhos SBQ voltados à formação dos químicos e dos professores de Química (em porcentagem)



Tal análise torna-se importante, visto que partimos do pressuposto que a produção do conhecimento ocorre a partir de bases teóricas e metodológicas, compartilhadas por coletivos de pesquisadores (FLECK, 2010), e que a circulação das ideias, proporcionada pela publicação destas pesquisas pode influenciar na maneira de se ensinar a QV na formação dos químicos, particularmente na formação de professores de Química. Em nossa pesquisa, isto se traduz na procura e identificação das motivações expressas e associadas à justificativa ao uso/abordagem/aplicação da QV, utilizadas pelos autores dos trabalhos.

Predominantemente, os trabalhos analisados utilizam como argumentação a importância da prática e do ensino da QV, sustentando a necessidade da reformatação da Química para o enfrentamento dos problemas ambientais derivados das atividades químicas, tendo como objetivo fundamental a busca pelo alcance da Sustentabilidade e/ou do DS. Dentre eles, o de Machado (2011), ao tratar da gênese do conceito de QV e problematizar a prática histórica da indústria química (fato que têm implicações tanto à natureza da Química como ciência, quanto à sua reformatação para a QV), reconhece que a QV teve origem no “[...] âmbito de uma mudança de paradigma de gestão das medidas para proteção ambiental desenvolvidas pela indústria, da postura reativa para a preventiva [...]” (*Ibid.*, p. 541) onde os químicos devem realizar uma

perseguição sistemática de verdura química dos processos para desenvolverem a QV, essencial para o DS. Desta maneira, o ensino da QV:

[...] *deve hoje ser dirigido para o Desenvolvimento Sustentável*, exigir uma visão ampla e holística da química, de natureza sistêmica, que possibilite a sua plena incorporação nos contextos ambiental, humano e societário em que a química sempre se desenvolveu e que são atualmente cada vez mais condicionantes da sua prática. (Machado, 2011b, p. 541, grifo nosso).

Nesta mesma seara, Farias e Fávares (2011) tratam da origem da QV e de pesquisas dentro da Química com seus preceitos, discutindo de que forma vêm influenciando no desenvolvimento de conhecimentos científicos. Comentam, a partir de um panorama geral de trabalhos publicados, que a QV têm se configurado em uma mudança de mentalidade da prática Química por meio de temáticas relacionadas à Química Verde. Percebem que as produções vêm aumentando muito e que os “[...] progressos nessa área, portanto, podem ser o ponto chave nas conquistas de objetivos econômicos, como também um valioso avanço em direção a um desenvolvimento mais sustentável.” (*Ibid.*, p.1091).

No artigo de Cortes Junior, Corio e Fernandez (2009) foram investigadas as representações sociais de QA de alunos do curso de licenciatura em Química e do bacharelado em Química Ambiental, onde a QV foi adotada a fim de esclarecer o termo prevenção, suas práticas e definições químicas que constituem formas de prevenção, distinguindo-se a Química **do** e **no** ambiente, da Química **para** o ambiente.

Já Roloff e Marques (2014) analisaram currículos de cursos de licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do país, entrevistando professores responsáveis por disciplinas de cunho ambiental. Ainda que reconheçam que a QV deva fazer parte do currículo de formação dos químicos, o artigo destaca que a abordagem de questões ambientais nas disciplinas investigadas se dá por meio das perspectivas da EA, da QA e do enfoque CTS concomitantemente à QV.

Através da análise dos trabalhos que foram classificados como tendo *vínculos com outras perspectivas e aspectos*, ficou evidente em alguns deles a apresentação da QV como sendo sinônimo do termo Química Sustentável, onde a QV é entendida como meio para busca da Sustentabilidade, como pode ser observado no trabalho de Antonin, Morashashi e Malpass (2011):

“O desafio atual para os alunos recém formados em química e áreas afins é satisfazer a necessidade crescente da sociedade para produtos não só de alta qualidade, mas que são ambientalmente compatíveis. Devemos tomar consciência do fato que nunca na historia da ciência os profissionais da área têm tido à sua disposição as ferramentas que são disponíveis hoje para alcançar sustentabilidade. Para químicos esta sustentabilidade pode ser alcançada através da aplicação dos princípios da Química Verde [...]” (p.1).

Outros quatro trabalhos (14% do total da amostra) apresentam e discutem *atividades experimentais* associadas aos princípios da QV, sendo que grande parte provém de exemplos apresentados nas RASBQ, como por exemplo, a proposta apresentada por Bispo e colaboradores (2012), que descrevem um procedimento experimental utilizando a cenoura como fonte renovável de matéria-prima que, segundo os autores “[...] contempla perspectivas científicas e ambientais, através da abordagem de conceitos de Química Verde, cromatografia e estereoquímica.” (*Ibid.*, p.1).

Já Sampaio e cols. (2009) apresentam um experimento onde a acetofenona foi reduzida por enzimas presentes na cenoura, pimentão verde e macaxeira, sendo vista

como alternativa ao método convencional que utiliza agentes redutores extremamente tóxicos. Justificam que este é:

um experimento viável, podendo ser aplicado em aulas práticas de química orgânica, sendo uma ferramenta pedagógica capaz de aplicar conceitos de química verde na intenção de formar profissionais aptos a compreender os novos conceitos científicos responsáveis pela sustentabilidade do planeta. (p.1).

Além de utilizar fontes renováveis de matéria-prima, e ainda que justifiquem o uso da QV para o alcance do DS e da Sustentabilidade, tais propostas tratam de experimentos em Química Orgânica.

Cunha, Santos Filho e Riatto (2013) ao discutir o ensino experimental da Química, reconhecem que o ensino experimental da QV tem assumido maiores proporções. Apresentam uma síntese de um heterociclo polifuncionalizado e sua reação de hidrólise, utilizando os princípios da QV. A execução do experimento proporciona discussões de métodos de síntese baseados na QV, que de acordo com os autores são temas importantes para formação contemporânea dos profissionais de química. Embora os artigos descritos falem em experimentação, poucos foram os trabalhos voltados a experiências práticas em QV, e que apesar de citarem exemplos, acabam reduzindo esta a uma visão mais tecnicista.

As demais motivações associadas aos problemas que deram origem às publicações (*currículo, estratégia e material para uso e ensino*) tiveram três trabalhos classificados em cada uma.

Destacamos a pesquisa de Leal e Marques (2008), que embora argumentem a favor da QV como justificativa para o DS e Sustentabilidade, no artigo o foco central de discussão está na inserção da QV no currículo. Analisaram currículos de cursos de licenciatura em Química, investigando o enfoque dado aos problemas ambientais, buscando indícios de abordagem QV nas disciplinas dos cursos. Salientam que praticamente nenhuma delas indicava conteúdos de tal perspectiva, embora defendam a necessidade da abordagem da QV na formação e no ensino da Química (LEAL; MARQUES, 2008). Tal argumentação também é presente no artigo publicado anteriormente por Prado (2003), que discute sobre a importância da QV como um novo conhecimento científico a ser inserido nos currículos e na prática científica, bem como sua aplicação em escala comercial e industrial.

Outras propostas apresentam a QV como *estratégia* de ensino ou de alcance ao DS. Zandonai e colaboradores (2014) apresentam uma experiência voltada à educação em QV, para formação docente a partir de uma proposta epistemológica mais atual e em consonância com as recentes pesquisas da área da educação e do ensino de ciências, especialmente no que tange a experimentação. Admitem que:

"[...] os cursos de graduação em Química do país, bacharelado e licenciatura plenas, devem ser praticados de forma a fazer com que os estudantes desenvolvam uma visão integrada da Química, em que os princípios da QV estejam inseridos de maneira transversal no currículo." (*Ibid.*, p. 75-76).

Embora neste trabalho também reconheçam a inserção da QV no currículo, a pesquisa possui como foco uma estratégia que quer compreender quais os alcances e limites de uma experiência voltada à educação em QV para a formação inicial docente.

Já Da Silva, Lacerda e Jones Jr (2005) discutem a inserção da QV em cursos de graduação, apresentando os princípios norteadores da QV dando exemplos e fazendo apontamentos positivos sobre seu uso, defendendo-a como uma estratégia para o DS.

Por fim, há propostas que apresentam *materiais para serem utilizados e empregados no ensino da QV*, como é o caso da métrica Estrela Verde (EV), apresentada por Ribeiro, Costa e Machado (2010). A EV é um instrumento de avaliação para o cálculo da verdura química de reações, trazendo discussões sobre métricas de QV, especificamente de massa. Apontando a importância da inclusão da QV no ensino, a EV é uma métrica que descreve quantitativa e qualitativamente, através de uma representação gráfica, todos os princípios da QV simultaneamente em uma atividade experimental. Neste sentido, tal proposição parece-nos que assume uma dimensão prática muito útil na verificação das características ambientais dos processos químicos, mas também pode ser um importante instrumento pedagógico ao ensino de Química no geral, particularmente em atividades experimentais.

É possível perceber que, além da QV mostrar-se uma importante vertente convergente nas preocupações ambientais da Química, alguns autores defendem que ela serve de aporte em seus processos de ensino.

A análise permitiu apresentar e argumentar que ao longo do período investigado diferentes motivações balizaram a produção acadêmica em Química Verde. Acredita-se que estas publicações estejam contribuindo de diferentes formas e intensidade com a circulação inter e intracoletiva de ideias acerca da QV e sua inserção nos currículos de formação dos químicos e dos professores de Química, pois ressaltam a importância de se discutir aspectos no ensino. A circulação de ideias, proporcionada pelas propostas selecionadas pode favorecer no processo de formação dos professores, influenciando a atuação docente em sala de aula, afinal pode-se considerar que os leitores destas produções podem constituir distintos coletivos de pensamento, influenciados por diferentes estilos de pensamento, e a leitura das publicações pode auxiliar na instauração, extensão e até na transformação de seus EPs.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

A partir das análises de publicações dos canais de divulgação da Sociedade Brasileira de Química, especificamente aquelas voltadas à formação dos químicos e dos professores de Química, identificamos que a motivação predominante, presentes nas justificativas dos trabalhos, para o uso/emprego da QV foi o *Vínculo com outros aspectos* (45% da amostra). Isto se dá basicamente pela discussão sobre possíveis soluções para questões do meio ambiente, buscando o alcance do Desenvolvimento Sustentável e/ou da Sustentabilidade Ambiental no âmbito da Química. Além desta motivação, outras quatro (*curricular, estratégias, atividades experimentais e materiais para uso e ensino*) se fizeram presentes. Grande parte dos trabalhos que discutem/apresentam *atividades experimentais* (14% da amostra) são associadas ao uso e emprego dos princípios da QV, normalmente apresentando alternativas para substituição de um solvente tóxico por água, ou utilizam fontes renováveis de matéria-prima ou ainda sugerem o uso de novos catalisadores em sínteses, reforçando características presentes na literatura (GOES *et al.*, 2013).

Já os trabalhos voltados à motivação *curricular* (4 trabalhos) tem como foco a inserção da QV em disciplinas do currículo; enquanto aqueles que utilizam esta filosofia como *estratégia* (10% das publicações) a destacam como possibilidade de temas e discussões de cunho ambiental no ensino de Química. Os demais trabalhos (5 no total) trazem propostas que apresentam *materiais para serem utilizados e empregados no ensino da própria QV*.

Concluimos que a circulação intercoletiva de ideias vem ocorrendo entre os coletivos de pesquisadores, pois compartilham pressupostos teóricos e práticas

investigativas. Em muitos casos esse compartilhamento ocorre pelo emprego de várias referências bibliográficas comuns entre os coletivos de pensamento. A análise dos conteúdos das produções investigadas, seus problemas de pesquisa, referenciais teóricos utilizados e procedimentos metodológicos adotados auxiliam na compreensão do uso e aplicação da QV, favorecendo a constituição de um olhar crítico sobre seu ensino, com reflexos na formação dos químicos e dos professores de química. Também sinaliza que nestes coletivos está presente uma reflexão de cunho educacional – com destaque positivo para a ocorrência dessa reflexão dentro do coletivo de especialistas em QV - de tal maneira que podemos, em certa medida, caracterizar a existência do que Fleck (2010) denominou de transformação de um estilo de pensamento, com indícios de evolução a ruptura no modo hegemônico de se produzir e ensinar a Química em direção à Química Verde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIN, V. S.; MORASHASHI, A. C.; MALPASS, G. R. P. Mapeamento do Entendimento de Conceitos de Química Verde nos Estratos Acadêmicos da Universidade Federal do ABC. In: 34^a RASBQ, Florianópolis - SC. **34^a RASBQ – Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 2011.

BISPO, J. R. S.; *et al.* Resolução enzimática empregando-se cenoura: uma proposta de experimento para disciplina de Química Orgânica Verde. In: 35^a RASBQ, Águas de Lindóia - SP. **35^a RASBQ – Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 2012.

CORRÊA, A. G.; *et al.* Green chemistry in Brazil. **Pure Appl. Chem.**, v. 85, n. 8, p. 1643–1653, 2013.

CORTES JUNIOR, L. P.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. As Representações Sociais de Química Ambiental dos Alunos Iniciais na Graduação em Química. **Química Nova na Escola**, v.31, n.1, p. 46-54, 2009.

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

CUNHA, S.; *et al.* Síntese e Hidrólise de Azalactonas de Erlenmeyer-Plöchl Mediadas por Radiação Micro-Ondas Em Aparelhos Doméstico e Dedicado: Experimentos de Química Orgânica Para a Graduação. **Quim. Nova**, v. 36, n. 1, p. 190-194, 2013.

DA SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B.; JONES JR, J. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, p. 145-175, 2004.

EPICOCO, M.; OLTRA, V.; SAINT-JEAN, M. Knowledge dynamics and sources of eco-innovation: Mapping the Green Chemistry community. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 81, p. 388-402, 2014.

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

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

GOES, L. F.; LEAL, S. H.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. Aspectos do Conhecimento pedagógico do Conteúdo de Química Verde em professores Universitários de Química. **Educación Química**, v. 24, n. E1, p. 113-123, 2013.

LEAL, A. L.; MARQUES, C. A. O Conhecimento Químico e a Questão Ambiental na Formação Docente. **Química Nova na Escola**, n.29, p.30-33, 2008.

MACHADO, A. A. S. C. Da Gênese ao Ensino da Química Verde. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 535-543, 2011.

MARQUES, C. A.; *et al.* Sustentabilidade Ambiental: Um Estudo com Pesquisadores Químicos no Brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 914-920, 2013.

PRADO, A. G. S. Química Verde, os desafios da Química para o novo milênio. **Química Nova**, v.26, n. 5, p. 738-744, 2003.

RIBEIRO, M. G. T. C.; COSTA, D. A.; MACHADO, A. A. S. C. Uma métrica gráfica para avaliação holística da verduza de reacções laboratoriais – “Estrela Verde”. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 759-764, 2010.

ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. A. Questões Ambientais na Voz dos Formadores de Professores de Química em Disciplinas de Cunho Ambiental. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 549-555, 2014.

SAMPAIO, C. A.; *et al.* Vegetais como Reagentes Químicos: Uma Proposta Experimental Baseada na Química Verde. In: 32ª RASBQ, Fortaleza - CE. **32ª RASBQ – Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, 2009.

SOUSA-AGUIAR, E. F.; DE ALMEIDA, J. M. A. R.; ROMANO, P. N.; FERNANDES, R. P.; CARVALHO, Y. Química Verde: a Evolução de um Conceito. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p.1257-1261, 2014.

THORNTON, J. W. Beyond risk: an ecological paradigm for persistent organic pollutants. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, n. 4, p. 318-330, 2000.

ZANDONAI, D. P.; *et al.* Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino. **Rev. Virtual Quim.**, v. 6, n.1, p. 73-84, 2014.