

A Evolução da Comunidade Epistêmica Química Verde: reflexões para o ensino de Química

Leonardo V. Marcelino* (PG)¹, Franciani B. Roloff (PG)¹, Erica Dias (PG)¹, Leila C. A. B. Souza (PG)¹, Patrícia Link Runtzel (PG)^{1,2}, Carlos Alberto Marques (PQ)¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

² Bolsista da FAPESC/SC - Brasil

Palavras-Chave: Química verde, Comunidade epistêmica, Nuvem de palavras.

RESUMO: A Química Verde (QV) é uma nova postura da atividade química caracterizada como ambientalmente benigna, configurando-se como uma comunidade epistêmica, sendo o Green Chemistry Journal uma de suas autoridades. Este trabalho utilizou a análise de nuvens de palavras presentes em artigos de QV publicados nesse periódico para refletir educacionalmente sobre a evolução dessa comunidade. Os resultados indicam que os trabalhos iniciais apresentavam e delimitavam a QV basicamente em torno a sua justificação, divulgação e exemplificação pontual de aplicação dos seus doze princípios, mas ultimamente retratam a aplicação de práticas e conhecimentos de forma mais instrumental e, portanto, semelhante a uma ciência normal. Avalia-se que isso pode enfraquecê-la como força propulsora de um novo modo de pensar e fazer da Química em relação ao meio ambiente, pois sua evolução para a QV precisa reverberar na formação dos químicos e incidir na redefinição da agenda científico-tecnológica para uma ação mais ambientalmente responsável.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Química Verde (QV) é um movimento iniciado na década de 1990 no seio do moderno ambientalismo americano e teve como um dos seus fundamentos do Ato de Prevenção da Poluição (Pollution Prevention Act), ganhando essa designação pelos químicos da Agência de Proteção Ambiental (EPA — Environmental Protection Agency). Os objetivos primários de suas ações eram a de promover síntese químicas benignas por design (especialmente molecular), representando, assim, “uma nova atitude de prevenção na fonte — não produzir substâncias tóxicas para não ter problemas de poluição a remediar” (MACHADO, 2008).

Trata-se de uma nova postura para as atividades químicas, muito mais do que uma área de pesquisa ou uma disciplina. Esse eixo estruturador representa o reconhecimento sobre os impactos sociais e ambientais das atividades químicas e da percepção da responsabilidade de todos os químicos a desempenharem seu papel com sabedoria, não afastando os olhos dos efeitos sociais de suas atividades científicas. Portanto, são convocados a desenvolver processos e produtos mais benignos (ecodesing), pois segundo Anastas e Williamson (1996) “com o conhecimento vem o peso da responsabilidade” (p. 1, tradução nossa).

Contudo, a ideia de ecodesing traz consigo implicações. A QV não pretende se ocupar apenas da redução dos impactos de seus produtos químicos, mas de avaliar toda a sua cadeia produtiva. Por meio da análise do ciclo de vida, a ideia é avaliar as fontes disponíveis e os diferentes meios de produção, entrega, uso e destinação final dos produtos químicos. Nesse sentido, a QV possibilita a coevolução de processos, reações, produtos e instrumentos necessários para detectar e diminuir a poluição (CLARK, 2006). E, se levar em consideração eventuais problemas ao meio ambiente é uma responsabilidade do químico, o que move a incorporação desse componente nas pesquisas e pelas indústrias seriam três motores (CLARK, 2006): a) o motor econômico, devido aos crescentes custos com disposição e armazenamentos de

resíduos, bem como com os elevados custos de recursos materiais e energéticos não renováveis, como o petróleo; b) o motor social, relacionado com a crescente demanda de produtos químicos pelos países emergentes (crescimento demográfico), a imagem negativa da química e o pouco interesse dos estudantes nessa carreira; e c) o motor ambiental, relacionado com as legislações ambientais mais restritas, que forçam os testes químicos e a diminuição no uso de fontes não sustentáveis.

Esses motores parece que têm sido eficientes em propulsionar a QV. Ao analisar o esse fenômeno de seu crescimento, Epicoco, Oltra e Saint-Jean (2014) consideram a QV uma comunidade epistêmica (CE-QV) que recebe apoio governamental transnacional e que goza da autoridade acadêmica de seus pioneiros. Uma comunidade epistêmica (CE) é uma rede de profissionais que compartilham:

1. um conjunto de crenças normativas e de princípios, que provêm uma racionalidade baseada em valores para a ação social dos membros da comunidade;
2. crenças causais, derivadas de suas análises práticas e que servem para delimitar e elucidar os problemas e para multiplicar as ligações entre as ações políticas e os resultados desejados;
3. noções sobre validade – isto é, critérios intersubjetivos, internamente definidos para pesar e validar o conhecimento no domínio de sua perícia;
4. empreendimento político – isto é, um conjunto de práticas comuns associadas com um conjunto de problemas para os quais a competência profissional está direcionada.

A noção de CE parece emergir de conceitos da epistemologia: o Paradigma de Kuhn (1970) e o Estilo de Pensamento de Fleck (2010). Haas (1992a, p. 3) deixa isso claro em uma de suas notas de rodapé:

Nossa noção de “comunidade epistêmica” lembra de alguma forma a noção de Fleck de “coletivo de pensamento” – um grupo sociológico com um estilo de pensar comum. Também lembra, de alguma forma, definição sociológica ampla de paradigma de Kuhn, que é “um amontoado de constelações de crenças, valores, técnicas e assim por diante, compartilhados por membros de uma dada comunidade” e que governam “não uma disciplina mas um grupo de praticantes”.

Essa correlação permite aproximar as CEs dos estilos de pensamento (EP). Sabe-se que os membros de um determinado EP compartilham princípios, saberes, práticas e também linguagens específicas. Os termos e os significados que atribuem a eles são compartilhados e constituem a base de sua ação. Como bem ressalta Freire (1983), a linguagem está vinculada ao pensamento e este à realidade do indivíduo.

Nesse sentido, propôs-se analisar a evolução da CE-QV por meio da linguagem, especificamente dos termos que são mais frequentes em suas publicações. Esse tipo de análise permite fazer inferências sobre: a) a consolidação da comunidade; b) os temas comuns sobre os quais se debruçam; c) a adoção de metodologias e técnicas compartilhadas por seus indivíduos; e d) desdobramentos desse “estilo de pensar” no ensino de química, considerando a formação do licenciando e do bacharel. Ainda que não completa ou definitiva, esse tipo de análise possibilita o vislumbrar de tendências desse modo de fazer e pensar da química.

A COMUNIDADE EPISTÊMICA QUÍMICA VERDE

Para entender melhor o papel e a gênese histórica das CE, apoia-se em Haas (1992a). Segundo o autor, as CE nascem no período pós-Grandes Guerras, em que a descolonização trouxe para o interior dos territórios das grandes nações os impactos de sua produção. Com o fim do colonialismo, as nações passaram a exercer atividades degradantes social e ambientalmente em seus territórios, exaurindo seus recursos naturais pela exploração e poluição. A consciência dessa problemática ambiental e o recente papel regulador dos Estados faz com que surja a demanda por especialistas e peritos técnicos dentro da administração públicas. É daí, segundo Haas, que surgem as agências governamentais de regulamentação, como por exemplo a Environmental Protection Agency (EPA) norte-americana. Adicionalmente, foi-se tomando conhecimento que os impactos da ação humana não se restringiam aos territórios em que eram praticados. Os efeitos da poluição começaram a ser sentidos por todo o planeta, por meio do aquecimento global e do buraco na camada de ozônio, por exemplo. As crescentes incertezas que permeiam as ações antropogênicas também se tornaram relevantes, para que cada vez mais os especialistas fossem necessários para minorá-las ou esclarecê-las.

Nesse ambiente, as CE surgem como uma rede de especialistas que respondem a uma demanda social ou, mais especificamente, do Estado. A partir de uma crise, as CE podem elucidar as relações de causa e efeito, e aconselhar sobre os resultados prováveis de vários cursos das ação empreendidas. Elas podem também lançar luz sobre a natureza de interações complexas entre problemas e a cadeia de eventos que pode proceder da falha de uma ação ou da instituição de uma política em particular. Conforme respondem às dúvidas sobre os problemas e esclarecem sobre as ações a serem tomadas, elas ganham reconhecimento e renome. Seus especialistas passam a receber prestígio e notoriedade por suas produções e, portanto, a comunidade se expande e se consolida (HAAS, 1992a).

A própria história da QV tem muito a ver com o surgimento das CEs. Ela nasce no período pós-Grandes Guerras, por meio de ações do governo dos EUA, nomeadamente por meio da EPA, com a criação de legislações ambientais regulamentares, de prêmios dentro da área e outros incentivos. Como a crescente preocupação relativas o exaustão dos recursos naturais e a sustentabilidade (WCED, 1987), a QV ganha mais apoio institucional e reconhecimento em outras nações, alcançando o status de uma comunidade epistêmica transnacional, que perpassa os interesses de vários territórios (HAAS, 1992a).

Analisar a QV como uma comunidade epistêmica contribui para pensar os processos de tomada de decisão, em que se enlaçam a esfera política, a científica e a sociedade civil e leiga (não cientista). Haas (1992b) exemplifica sua tese sobre as CEs, ao analisar o banimento dos clorofluorcarbonos (CFC) e chega à conclusão que houve a formação de uma Comunidade Epistêmica Ecológica, organizada em torno da crença na relação causal de destruição da camada de ozônio pelo lançamento de CFC na atmosfera, a qual criou testes e metodologias específicas para corroborar essa tese (principalmente modelagem computacional). Mas, para Haas, a força na consolidação e expansão da CE Ecológica, nesse caso específico, veio com a “usurpação de poder”, quando um de seus membros assume a coordenação da EPA/USA e estabelece esforços políticos, em uma nação com grande poder, para promover suas crenças.

No caso da QV, nos Estados Unidos, também ocorre isso, ou seja, ela passa a se desenvolver mais intensamente a partir do momento em que um de seus membros assume a direção da EPA. É o momento-força onde passa a consolidar seus princípios e suas normas passam a ser compartilhados pela comunidade na forma de políticas.

Com a influência e poder estadunidense, essas políticas ganham destaque internacionalmente, transformando a CE-QV numa comunidade transnacional.

Quando olham a QV como uma CE, Epicoco, Oltra e Saint-Jean (2014) sugerem quatro argumentos. Primeiro, a QV é formada por um grupo de químicos (formação de redes) que compartilha o objetivo comum de criação de conhecimento no campo da pesquisa sobre sustentabilidade. Segundo, o manual sobre QV escrito por Anastas e Warner (1998) representa o livro de códigos da comunidade, seus padrões compartilhados. Terceiro, os 12 princípios da QV resumem os desafios comuns e prevê regras para superá-los. Finalmente, o quarto argumento é que o Green Chemistry Journal pode ser visto como a autoridade processual e estrutural da comunidade, junto com a EPA/USA e investigadores, a exemplo de Anastas e Warner (EPICOCO; OLTRA; SAINT-JEAN, 2014).

Nesse sentido, o Green Chemistry Journal (GCJ) é uma importante fonte de informações para entender os campos e temas de interesse da QV que melhor expressam essa evolução da CE-QV, tanto pela autoridade que exerce, como por ser um periódico que reúne as produções desse grupo. Contudo, esse artigo não se aprofunda na discussão sobre aproximações e distanciamentos relativos ao campo epistemológico, mas recolhe na tipificação das produções dos autodenominados químicos verde que divulgam seus trabalhos no GCJ, manifestações e propostas relativas à reverberação no ensino da química.

CAMINHO METODOLÓGICO

Essa é uma pesquisa qualitativa, do tipo documental. Investiga-se a evolução das tendências de pesquisa da CE QV por meio da linguagem comum adotada por seus praticantes autodeclarados nos periódicos nos quais eles congregam suas publicações. O periódico escolhido foi justamente o GCJ pela influência que estabelece na formação e manutenção dessa comunidade, como atestam Sousa-Aguiar e colaboradores (2014), cuja metodologia de pesquisa também inspirou este trabalho.

Por meio da base de dados on-line Web of Science, procurou-se no GCJ pelas informações catalográficas de artigos (articles) por meio do termo “green chemistry”. A importância de se usar esse termo, mesmo dentro de uma revista específica, foi garantir a auto-denominação de pertencimento desses autores à comunidade QV. Criou-se uma tabela que relaciona o ano de publicação, os autores, palavras-chave e resumos dos artigos gerados nessa busca. Esse conjunto de dados foi subdividido em períodos de cinco anos aproximadamente: de 1996 (ano do primeiro trabalho encontrado) até 2000; de 2001 até 2005; 2006 até 2010; 2010 até a presente data (abril 2016).

A partir dessa tabela, foram usados softwares online que calculam a frequência de palavras para contar os termos mais frequentes agrupando palavras-chave, título e resumo encontrados na busca. Numa incursão preliminar, usou-se o site Textalyser¹ para analisar a frequência de palavras únicas (por exemplo, “green” e “chemistry”) e de expressões com duas ou três unidades (“green chemistry” e “green chemistry principles”, por exemplo) em cada um dos períodos. Criou-se um ranking prévio dos termos mais recorrentes e as expressões (de duas ou mais palavras) foram re-escritas na forma de uma palavra só ou de seu radical. Foi o caso de “green chemistry”, recorrente em todos os períodos, que foi re-elaborada para “greenchemistry”, e de “cataly” e seus derivados (*catalyst*, *catalytic*), re-escritos como “cataly*”, adaptação necessária na próxima etapa de geração das nuvens de palavras.

¹ Conferir <http://textalyser.net/>

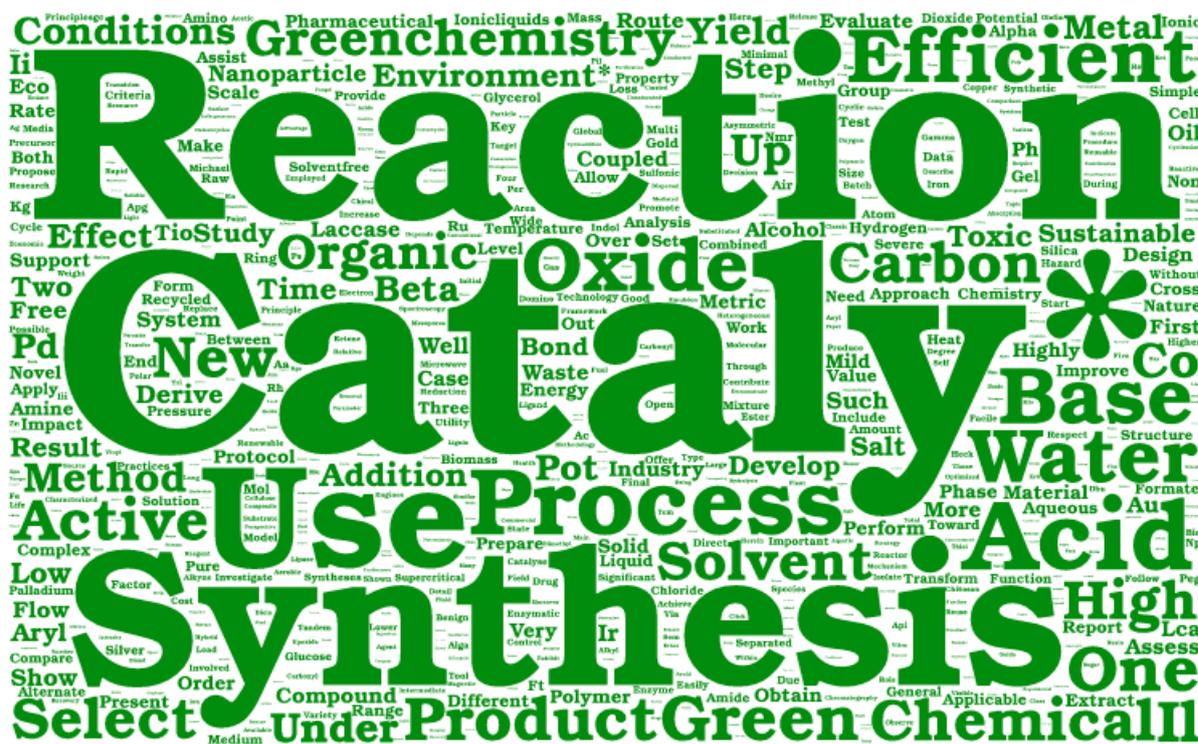


Figura 4: Nuvem de palavras dos termos mais usados nos artigos publicados no Green Chemistry Journal de 2011 a 2016. Fonte: Os autores.

A partir das análises acima, elencaram-se alguns termos mais relevantes para a QV e faz-se uma análise temporal de seu uso. Na Figura 2a, apresentam-se os termos que mostram tendência de crescimento. Nessa parte da figura, pode-se observar que os termos expoentes estão relacionados com características de aplicação, como "reaction", "synthesis" e "use". A catálise vem se consolidando como um dos termos mais citados nos últimos 10 anos, indicando sua importância para a QV. Neste mesmo período, nota-se o crescimento do termo "efficient" e também do termo "acid" - a partir de 2005 -, o que leva a crer que a eficiência e o uso de ácidos estão sendo bem considerados na QV. Entretanto, alguns termos tiveram sua importância reduzida. É o caso de "green chemistry", "environment*" e "new". Essas palavras possivelmente estavam ligadas à identificação da comunidade e foram úteis em seus primórdios. Outros termos parecem ter se estagnado, mantendo sua importância relativa. É o caso de "water", "solvent" e "organic", que demonstram práticas bem usuais da QV. Os dois primeiros estão ligados à adoção de processos verdes pela substituição de solventes tóxicos. Já o termo "organic" pode se referir tanto à natureza desses solventes (a química baseada em carbonos hibridizados) ou à própria área da Química Orgânica, como estudo de estrutura, propriedade e reatividade de seus compostos e auxiliares.

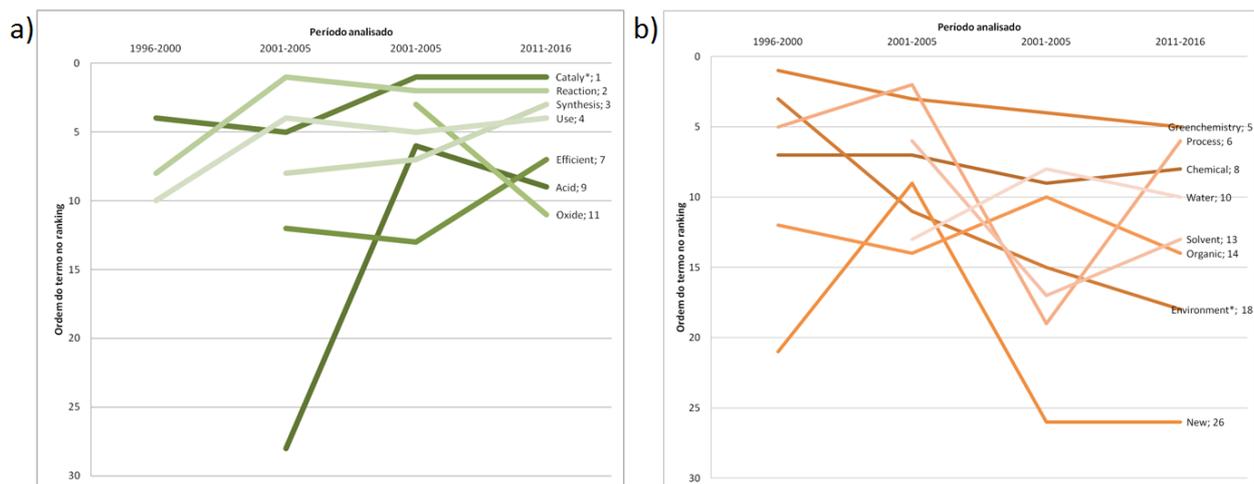


Figura 5: Análise dos a) Termos que tiveram uso crescente e b) termos que tiveram uso decrescente nos artigos publicados no Green Chemistry Journal de 1996 a 2016. Fonte: Os autores.

A persistência dessa categoria de termos mais ligados a atividades práticas do químico pode indicar o que Kuhn (1970) chamou de ciência normal, ao analisar a História da Ciência. Nesse período intermediário, os cientistas se ocupam em multiplicar os conhecimentos dentro de um mesmo paradigma científico, dentro da mesma base de valores e padrões compartilhados. Numa analogia utilizada pelo próprio autor, é um período de resolução de quebra-cabeças, em que o quadro geral é mais ou menos nítido, em que as peças são bem encaixadas. Acontece, no decorrer desse percurso, que os problemas não respondidos vão se acumulando, as falhas (as peças soltas) vão se somando e o paradigma não é mais suficiente para responder - estabelece-se a crise na ciência e encaminha-se para uma revolução científica, a transformação do paradigma e, novamente, à ciência normal. Fleck (2010) em análise semelhante, fala de três momentos da dinâmica dos estilos de pensamento: sua criação, extensão e consolidação. A extensão seria algo bem semelhante à ciência normal de Kuhn, em que os cientistas respondem às perguntas dentro de um mesmo estilo de pensamento e vão colecionando falhas no caminho.

Não só os termos citados são importantes, mas algumas ausências são marcantes nessa pesquisa. A primeira delas é a inexistência da palavra "principles" entre as mais ocorridas. Os doze princípios da QV (Green Chemistry Principles) são um marco para a comunidade. Eles resumem estes desafios comuns e preveem regras para realizá-los. Na verdade, tais princípios são vistos "como um reflexo da ciência que tem sido feita dentro deste campo nascente no passado recente, bem como numa direção que foi definida por alguns dos cientistas pioneiros que têm lançado as bases para o futuro" (ANASTAS; WARNER, 1998, p.29). Não se pode dizer que os princípios não se fazem presentes nos artigos, apenas que não estão explicitamente declarados em títulos, palavras-chave e resumos. Entretanto, pela importância que eles assumem dentro da comunidade, seria de se esperar que fossem mais utilizados para guiar as práticas desenvolvidas por esses químicos.

Notou-se que no primeiro período analisado os trabalhos se voltavam à formação de uma identidade verde da Química. Mas logo depois essa discussão já foi direcionada para a aplicação de processos e técnicas químicas. Nesse sentido, um termo que ficou fora do destaque nas produções analisadas foi "assessment" (avaliação). Não foram focalizadas nos locais procurados menções à avaliações da veracidade dos procedimentos ou de seu enquadramento aos conhecimentos e práticas da QV. Adélio Machado (2008) critica essa fragilidade das produções autodenominadas

QV que não sistematizam metodologias de análise da verdura, tampouco a discutem. 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 argumentado – 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 da QV passam a ser bem menos satisfeitos, acarretando a deterioração da verdura global, tornando-se um caso de falsa QV (MACHADO, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia de análise textual por meio de frequência de palavras é muito útil para sistematizar uma grande quantidade de informações. Entretanto, ela é mais restritiva para se estabelecer temáticas e categorias claras, pois os sentidos em que os termos são empregados dentro dos textos dependem de contextos particulares. Essa técnica também não permite analisar a concentração dos termos por textos, sendo que uma palavra pode aparecer muito presente em um período, mas não ser representativa, pois apenas está presente em poucos trabalhos. Entretanto, de forma exploratória, a metodologia de análise empregada é muito útil.

A análise dos termos permite inferir que os primeiros trabalhos publicados no GCJ com o termo “green chemistry” tratavam da apresentação da QV. Nos quinquênios seguintes, as produções passaram a retratar mais a aplicação das normas e padrões QV já de alguma forma estabelecidos, delineando a prática científica como se já fosse uma ciência normal. Essa característica mais prática dos termos utilizados somados à ausência da discussão sobre os princípios da QV e da avaliação de suas métricas pode levar a crer que as pesquisas em QV assumem uma característica de racionalidade instrumental (THORNTON, 2000). Nessa perspectiva, essas produções apresentam metodologias que focalizam apenas um dos aspectos da QV, desconsiderando a análise de ciclo de vida ou uma avaliação holística do processo de produção, consumo e descarte.

Repensar as relações entre a Química e o meio ambiente é um dos grandes legados da QV. Mais do que ser uma metodologia de processos e produtos mais benignos ou de princípios de *design* ambientalmente benignos, a QV pode representar o momento de se refletir sobre a relação entre Sociedade, Ciência e Tecnologia. A inversão dos termos aqui é proposital, para enfatizar que Ciência e Tecnologia são produzidas dentro da Sociedade e que essa mesma sociedade incorpora o ambiente, tanto natural quanto transformado pelo homem. Para tanto, enfatiza-se a necessária discussão das métricas holísticas de avaliação da verdura, bem como uma abordagem de múltiplos princípios dentro da prática química, o que impõe a revisão dos processos formativos, pedagógicos e curriculares, dos químicos. O ensino da QV e a formação dos profissionais da química foi um termo pouco ou nada explorado dentro do GCJ, no período analisado.

Espera-se que essas considerações tenham efeito mais direto dentro dos cursos de graduação, responsáveis primeiros pela formação do químico e do professor de química. Incutir essa nova filosofia ambiental e preventiva da Química nas universidades, que são as instituições formadoras e de produção de conhecimentos

(pesquisa), não representa especificamente a defesa da inclusão de uma disciplina de QV (GOES, *et al.*, 2013). Seria mais uma presença transversal de temas e de discussões sobre as ações do químico no meio ambiente em diversos momentos do curso, quer sejam nas disciplinas experimentais das variadas subáreas da química (orgânica, analítica, inorgânica, etc.) quer sejam em estudos teórico-críticos mais pautados na realidade socio-ambiental e tecnológicos. Seria o caso, por exemplo, de estudar a degradação material e energética, bem descritas pela segunda Lei da Termodinâmica, inerente aos processos químicos dentro das disciplinas de físico-química, discutindo a ação antropogênica na Terra. Não obstante, Marques e Machado (2014) ressaltam que as produções dos autodenominados químicos verdes ainda não discutem a importância do entendimento da entropia nas transformações materiais que a química opera.

A discussão ampla da QV na graduação pode ajudar a estender o alcance da comunidade epistêmica QV, contribuindo inclusive para repensar a própria comunidade, como no caso das limitações entrópicas. Com o tempo, essas ideias, práticas e padrões podem ser estendidos (numa linguagem fleckiana) a outros círculos sociais, como o de alunos da educação básica e sociedade em geral. Dessa forma, pode-se consubstanciar uma mudança na definição da agenda científica e tecnológica (AULER; DELIZOICOV, 2015), pautada em relações mais “harmônicas” dentro do ambiente.

Esse é um assunto complexo, que une diversas dimensões e interesses. Esta pesquisa contém restrições analíticas e demais investigações necessárias estão em curso, para esclarecer, por exemplo, como se deu a evolução da comunidade e quais são seus padrões e normas compartilhados. Também o próprio alcance de suas ideias na educação (básica e superior) precisa ser discutido e enfatizado. Mas aqui já se reporta reflexões que podem auxiliar nessas incursões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. Green Chemistry: An Overview. In: ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. **Green Chemistry: Designing Chemistry for the Environment**. Washington: American Chemical Society, 1996. Cap. 1, p. 1-17.

ANASTAS, P. ; WARNER, J. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford: Oxford University Press, 1998.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, v. 21, n. 45, p. 275-296, mai./ago. 2015.

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.

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

FREIRE, P. **Extensão ou Comunicação**. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

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.

LLORED, J.; SARRADE, S. Connecting the philosophy of chemistry, green chemistry, and moral philosophy. *Foud. Chem.*, p. 1-28, nov. 2015. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10698-015-9242-z> . Acesso em: 17 abr. 2016.

MACHADO, A. A. S. C. Das dificuldades da Química Verde aos segundos doze princípios. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 110, p.33-40, 2008.

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

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. Environmental sustainability: implications and limitations to green chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 16, n. 2, p. 125-147, 2014.

HAAS, P. M. Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. **Int. Org.**, v. 46, n. 1, p. 1-35, 1992a.

_____. Banning chlorofluorocarbons: epistemic community efforts to protect stratospheric ozone. **Int. Org.**, v. 46, n. 1, p. 187-224, 1992b.

KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions**. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

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. 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.

WCED (World Commission on Environmental and Development): **Our common future**. Oxford University Press: Oxford, 1987.