

Comunidade Epistêmica: conceito e imbricações à Química Verde e à Educação Científica e Tecnológica

Epistemic Community: its concept and its overlapping to Green Chemistry and to Science and Technology Education

Leonardo Victor Marcelino

Universidade Federal de Santa Catarina — Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
leovmarcelino@gmail.com

Leila Cristina Aoyama Barbosa Souza

Escola Técnica Estadual de Rondonópolis/MT — SECITEC/MT
aoyama.leila@gmail.com

Franciani Becker Roloff

Escola Básica João Alfredo Rohr - Florianópolis/SC
franroloff@gmail.com

Carlos Alberto Marques

Universidade Federal de Santa Catarina — Depto de Metodologia de Ensino
carlos.marques@ufsc.br

Resumo

Comunidade Epistêmica Química Verde é um conceito recentemente disseminado para caracterizar os membros praticantes da chamada Química Verde, cujo conceito advém das reflexões de Peter Haas sobre Comunidades Epistêmicas. Neste artigo, desenvolvemos uma reflexão teórica sobre a influência desse modelo alternativo de novas práticas químicas denominada Química Verde, discutindo essa conceituação epistêmica de Haas, observando-se suas proximidades aos conceitos de paradigma de Thomas Kuhn, bem como o de coletivos e estilo de pensamento de Ludwik Fleck. Ressalta-se, ainda, as contribuições que esse conceito de Comunidade Epistêmica fornece à ratificação da compreensão do desenvolvimento científico e tecnológico como um processo sócio histórico, imbricado de interesses que indicam sua não neutralidade e aspectos políticos e econômicos que podem influenciar na sua autonomia.

Palavras chave: comunidade epistêmica, coletivo de pensamento, ensino de química verde

Abstract

Green Chemistry Epistemic Community is a newly disseminated concept to characterize the practicing members of the so-called Green Chemistry, whose concept comes from the reflections of Peter Haas on Epistemic Communities. In this paper, we developed a theoretical reflection on the influence of this alternative model of new chemical practices called Green Chemistry, discussing Haas's epistemic concept, observing its proximity to the concepts of Thomas Kuhn's paradigm, as well as that of thought collective and style by Ludwik Fleck. The contributions the concept of Epistemic Community provides to the ratification of the understanding of scientific and technological development as a socio-historical process, imbricated by interests that indicate its non-neutrality and political and economic aspects that may influence its autonomy, are also highlighted.

Key words: epistemic community, thought collectives, green chemistry teaching

Introdução

A Química é uma área das ciências naturais que contribui intensamente no cotidiano atual da humanidade pelo largo espectro de produtos e processos que oferece para uso. Desde o fim do século XVIII, com o advento da Revolução Industrial, a área assumiu importante papel no desenvolvimento tecnológico global. No entanto, o desenvolvimento das atividades químicas em larga escala para a indústria culminou na produção de resíduos que, a priori, foram ignorados por seus profissionais e pela sociedade (MACHADO, 2011).

Na década de 1990, orientado por bases do moderno ambientalismo americano (surgido nos anos 60/70) e do conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) disseminado mundialmente pelo Relatório Brundtland (WCED, 1987), a Química Verde (QV) se estabeleceu como um novo “caminho” a ser delineado pela área da Química em busca da “criação, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos que reduzissem ou eliminassem o uso e a geração de substâncias perigosas” (TUNDO *et al.*, 2000, p. 1207, tradução nossa). Desde então, com a disseminação de seus 12 Princípios (ANASTAS; WARNER, 1998), a QV tem representado a busca da minimização de produtos residuais e/ou tóxicos e a maximização de produção de substâncias desejadas. Isso tem expresso, por consequência, o reconhecimento dos químicos quanto aos impactos sociais e ambientais de suas atividades sobre o planeta e a busca pelo desenvolvimento de processos e produtos cada vez mais benignos.

Em recente estudo sobre a dinâmica do conhecimento científico no campo da QV e os fatores que moldaram sua evolução, Epicoco, Oltra e Saint-Jean (2014) creditam isso a emergência e materialização de uma Comunidade Epistêmica (CE) em torno da QV. Neste artigo, de natureza teórica, apresentamos as principais características do conceito de CE, pautando-nos nos trabalhos de Peter Haas (1992a, 1992b) a fim de ratificar a existência e constituição da Comunidade Epistêmica QV (CE-QV) a partir dos pressupostos elencados por seus autores. Acreditamos que este nosso trabalho possa contribuir às pesquisas em Educação em Ciências ao destacar perspectivas epistemológicas ainda pouco estudadas pela área, como o conceito de CE, bem como compreender como tal Comunidade pode influenciar na inserção da QV na educação química.

O conceito de Comunidade Epistêmica (CE)

De acordo com Peter Haas (1992a; 1992b), uma CE é constituída por uma rede de profissionais que compartilham: a) um conjunto de crenças normativas e de princípios, que provêm uma racionalidade baseada em valores para a ação social dos membros da

comunidade; b) crenças sobre as causas de um problema derivados de suas análises práticas e que, por sua vez, delimitam e clarificam a problemática investigada e também multiplicam as ligações entre as ações políticas e os resultados desejados; c) noções sobre validade — isto é, critérios intersubjetivos, internamente definidos, para pesar e validar o conhecimento no domínio de sua perícia; d) empreendimento político, configurado num conjunto de práticas comuns associadas com um conjunto de problemas para os quais a competência profissional está direcionada.

A CE é um conceito - e não um novo ator social (SMIRNOVA; YACHIN, 2014) - útil para analisar a cooperação entre peritos (especialistas) e gestores (públicos ou privados) nos mais diversos tipos de problemas, sejam ambientais, econômicos, políticas de ajuda alimentar, políticas bélicas, entre outros. No entanto, usaremos como situação-exemplar o caso das Comunidades mais relacionadas às questões ambientais, lançando as bases para o entendimento dos praticantes e defensores da QV como uma CE.

Para entender o conceito de CE é necessário olhar para a gênese histórica dessa forma de agrupamento de especialistas, conforme expõe Peter Haas (1992a). Após as Grandes Guerras, houve um movimento de descolonização de vários países, trazendo para o interior dos territórios das grandes nações os impactos de processos produtivos antes realizados fora destes, inclusive as atividades degradantes, tanto social quanto ambientalmente. Algo que trouxe ao longo do tempo o exaurimento de seus recursos naturais pela exploração e poluição. A consciência dessa problemática ambiental e o recente papel regulador dos Estados acabaram por fazer gerar a demanda por especialistas e peritos técnicos dentro da administração pública, na tentativa de solucionar tais problemas. Surgem assim as agências governamentais de regulamentação, a exemplo da Environmental Protection Agency (EPA) nos Estados Unidos da América, a qual trata das questões ambientais (HAAS, 1992a).

Adicionalmente, nesse mesmo período (1960 - 1980) emerge a noção de que os problemas não se restringiam apenas aos territórios regionais. No caso das questões ambientais foi-se tomando conhecimento que os impactos da ação humana não se restringiam aos territórios em que eram praticados (THORNTON, 2000), pois os efeitos da poluição começam a ser sentidos por todo o planeta, a exemplo do aquecimento global e do buraco na camada de ozônio. As crescentes incertezas que permeiam as ações antropogênicas também se tornaram relevantes, impingindo cada vez mais a presença de especialistas para esclarecê-las e minorá-las.

É nesse contexto que Haas afirma que as CE surgem como redes de especialistas que respondem a uma demanda social ou, mais especificamente, do Estado. A partir de um problema de relevância política as CE podem elucidar as relações de causa e de efeito, aconselhando sobre os resultados prováveis de vários cursos de ação. 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; 1992b). Ademais, Haas (1992a) cita os conceitos de paradigma Thomas Kuhn e de estilo de pensamento de Ludwik Fleck como aportes teóricos para o conceito de CE.

Analisar as comunidades epistêmicas pode, assim, contribuir para pensarmos o processo de tomada de decisão em que se enlaçam a esfera política, a científica e a sociedade civil leiga (não cientista).

A Comunidade Epistêmica Química Verde

Várias áreas do conhecimento, como a sociologia e a filosofia, têm se apropriado do conceito de CE (SMIRNOVA; YACHIN, 2014). Quando olharam a Química Verde enquanto uma CE, Epicoco, Oltra e Saint-Jean (2014) o fizeram usando quatro argumentos. Primeiro, a QV é formada por um grupo de químicos que se organizam na forma de redes que compartilham o objetivo comum de criação de conhecimento no campo da pesquisa sobre sustentabilidade. Essas redes podem ser formais, como a recente Global Green Chemistry Centres (cf. <http://g2c2.greenchemistrynetwork.org/about-us/>), ou informais, constituídas por grupos de pesquisadores que trabalham em regime de interdependência de seus resultados, por meio da divulgação de pesquisa (SCHUMMER, 1997).

O segundo argumento diz respeito ao manual sobre QV, escrito por Anastas e Warner (1998), que representa o livro de códigos da Comunidade, apresentando os seus padrões compartilhados. Não somente o manual, mas também as demais publicações dos expoentes da QV e que ganharam notoriedade internacional com suas ações, apresentam conhecimentos teóricos e práticos que se constituem em exemplares para a ação dos demais pesquisadores que desejem fazer pesquisa e inovação em QV.

Como terceiro argumento estão os 12 Princípios da QV, os quais resumem os desafios comuns e preveem regras para superá-los. Estes sintetizam a crença causal dos químicos verdes de que controlar o limite e a exposição dos produtos químicos não é suficiente para garantir segurança humana e ambiental, sendo necessário diminuir a periculosidade intrínseca das próprias substâncias e da ação do químico (POLIAKOFF *et al.*, 2002). Assim, eles não só estabelecem as causas dos problemas originados na química — que geram sua imagem pública negativa —, mas também delimitam o problema e as formas de resolvê-los, por meio: do uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima; do aumento da eficiência de energia; da busca de alternativas ao uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas (LENARDÃO *et al.*, 2003).

O último argumento aponta que o *Green Chemistry Journal* pode ser visto como a autoridade processual e estrutural da comunidade, que junto com a EPA dos EUA e investigadores, como Anastas e Warner, agem de forma indireta, por meio de sua notoriedade científica e política (por meio dos incentivos à pesquisa, no caso dos pesquisadores), configurando-se como símbolos de autoridade da QV.

Não obstante, a própria gênese e a história da QV têm muito a ver com o surgimento das CE, onde no período pós-Grandes Guerras as ações do governo dos EUA, nomeadamente por meio da EPA, se obrigam a ampliar as legislações ambientais, regulamentando a produção e uso de produtos químicos, premiando práticas preventivas e dando vários incentivos. Com a crescente preocupação com a 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 CE transnacional, que perpassa os interesses de vários territórios (HAAS, 1992a).

Machado (2011) esclarece a Sustentabilidade como um projeto político da QV, ainda que teça críticas a esse conceito e aos caminhos da QV para alcançá-la (MARQUES; MACHADO, 2014). De forma mais analítica, Clark (2006) detalha a incorporação da QV nas atividades de pesquisa e nas indústrias por meio de três motores: a) o motor econômico, devido aos crescentes custos com disposição e armazenamentos de resíduos e dos 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.

Outras pesquisas fazem reflexões sobre a vinculação da QV com a Sustentabilidade (MARQUES; MACHADO, 2014; MARQUES *et al.*, 2014). Nesse texto, trazemos alguns apontamentos dessa aproximação, por meio do conceito de racionalidade técnica. Comumente se observa a presença da racionalidade técnica nas mais diferentes atividades humanas, não sendo diferente na área da Química. Herdada do positivismo, tal racionalidade diz respeito à lógica racional, orientada pelos procedimentos instrumentais, enquanto que a técnica responde a uma necessidade, uma demanda ou exigência histórica de um grupo ou de segmentos de uma estrutura social visando a resolução de problemas mediante aplicação de teorias e técnicas científicas (WEBER, 2002). Nessa concepção, o desenvolvimento científico e tecnológico está associado a uma racionalização delineada por interesses capitalistas, tal qual uma relação de única dimensão que pretende transformar e controlar a natureza. Por exemplo, as indústrias farmacêuticas (que utilizam procedimentos baseados nos conhecimentos e no uso de produtos químicos) priorizam pesquisas em medicamentos, em vez de enfatizar pesquisas sobre a prevenção de doenças.

Ao se pensar na lógica de atuação da indústria química, quando orientada apenas para a produtividade e o lucro, percebe-se que esta se fundamenta no domínio proporcionado pela lógica da racionalidade técnica, que é fortemente facilitada pela ciência. Ao assumir as premissas máximas de uma racionalidade centrada em aspectos econômicos, orientadas pela ação racional técnica, acaba negando ou ignorando questões de caráter social e ambiental, notadamente vitais para a sobrevivência humana. Isso reflete na urgência do estabelecimento de um novo tipo de reflexão, pelas distintas sociedades científicas, e especificamente, o coletivo dos químicos, que devem auxiliar na reestruturação dos sistemas de produção, com vias a um novo tipo de racionalidade, mais compatível com as necessidades de preservação do meio ambiente, fundamentado em princípios sustentáveis, o que, simplificadamente, Thornton (2000) chama de paradigma ecológico.

A busca por uma nova racionalidade resulta em uma concepção conhecida como racionalidade ambiental, que trata de um conjunto de mudanças institucionais e sociais necessárias para conter os efeitos estabelecidos entre um passado eco-destruidor e um futuro sustentável (LEFF, 2006), “surge assim, como um conjunto de processos de racionalização com diferentes instâncias de racionalidades que conferem legitimidade à tomada de decisões com respeito à transformação da natureza e do uso dos recursos” (LEFF, 2001, p. 134).

Conforme ressalta Leff (2001), a construção da racionalidade ambiental se dá por meio de quatro processos distintos de racionalização: a **racionalidade ambiental teórica**, relacionada à produção conceitual orientada para a construção de uma racionalidade produtiva alternativa; a **racionalidade ambiental técnica**, que estabelece meios que conferem eficácia à gestão ambiental, como, por exemplo, as tecnologias ambientais e ecotécnicas, os instrumentos legais, e os arranjos institucionais das políticas ambientais; a **racionalidade ambiental cultural**, que busca a desconstrução da cultura dominante em prol da incorporação de valores de uma cultura ecológica e ambiental que reconhece a diversidade étnica e suas relações com o meio ambiente; e a **racionalidade ambiental substantiva**, que trata da emergência da consciência ambiental e da construção de uma nova ordem social a partir de valores e forças materiais.

A partir de resultados iniciais obtidos da análise dos termos mais frequentes em publicações de autores autodeclarados químicos verdes (MARCELINO *et al.*, 2016), entendemos que a CE-QV encontra-se ainda pautada em uma racionalidade técnica aplicada aos problemas do ambiente. Nos últimos anos (2006-2016) as produções científicas QV retratam a aplicação de

práticas e conhecimentos de forma mais instrumental e, portanto, semelhante a uma ciência normal - período caracterizado por Kuhn (2009) como de manutenção de paradigmas vigentes. Essa percepção, desenvolvida na pesquisa de Marcelino et al (2016), teve como foco de análise o periódico *Green Chemistry Journal* — considerado como uma autoridade processual e estrutural da CE-QV (EPICOCO; OLTRA e SAINT-JEAN, 2014) - nos impulsiona a uma dúvida: Está a QV contribuindo ao alcance da racionalidade ambiental substantiva (LEFF, 2001) e do paradigma ecológico (THORNTON, 2000) ou a maior preocupação desta comunidade de químicos ainda permanece em questões técnicas de eficiência produtiva e econômica, com alguma sensibilidade ambiental?

A este respeito, Roloff (2016) aponta que a área da química é composta por distintos coletivos de pensamento (CP) - conceito cunhado por Fleck (2010, p. 82) para denominar uma “comunidade de pessoas que trocam pensamentos ou se encontram numa situação de influência recíproca de pensamentos”. Para a pesquisadora, dentre tais coletivos, a QV tem se estabelecido como um novo estilo de pensamento (EP) devido ao modo de produzir e ensinar a química. Além disso, relatou que tanto a racionalidade ambiental, quanto a racionalidade técnica têm orientado os químicos na busca de soluções aos problemas ambientais oriundos da química, mas estas ações contêm princípios fundamentais distintos. Enquanto a racionalidade técnica se articula com questões econômicas e tecnicistas; a racionalidade ambiental relaciona-se às questões de nova ordem social. Sua pesquisa evidenciou que, por vezes, pesquisadores autodenominados químicos verdes resumem a QV à aplicação de algum(ns) de seus 12 Princípios, reforçando a ideia de que isso seja suficiente para tornar o processo químico ambientalmente sustentável, associam-se, assim, a visões da racionalidade técnica e instrumental, caracterizadas pela busca de eficiência com o uso da instrumentalidade técnica (aplicação de conhecimentos teóricos combinados às técnicas científicas) para a resolução de problemas (WEBER, 2002). Em suma, essa forma instrumental de ver e praticar a QV resume a ideia de que seus conhecimentos e valores são derivados de procedimentos técnicos mais eco-eficientes, uma mera e nova receita de poucos ingredientes. Houve porém outro grupo de sujeitos que ancoraram suas crenças, pressupostos, atividades e suas pesquisas na racionalidade ambiental, configurando, desta maneira, um novo modo de se desenvolver e ensinar a química de forma “mais verde”, com uma variedade de argumentos, proposições, modelos alternativos ou mesmo sugestões para o trabalho com a QV, caracterizando um novo estilo de pensar e praticar a Química. Enfim, um CP que expressa compromisso por uma evolução da Química Clássica à QV.

Acredita-se que a QV pode contribuir com o alcance de ambas racionalidades, a depender dos objetivos, concepções, conhecimentos, atuações e práticas compartilhados por certo grupo de indivíduos, tendo consciência de que ambas contribuem para a extensão do modo de pensar e praticar uma química em que os cuidados com o ambiente indicam um compromisso ético. Para melhor compreendermos o modo com que a racionalidade ambiental se apresenta no discurso e ações da CE-QV, nossas pesquisas (Marcelino e cols, 2016; CNPq - Edital Universal 405034/2016-4 “Domínios e Padrões da Comunidade Epistemológica QV: convergências e particularidades ao ensino da QV) terão continuidade com foco na identificação dos domínios (campos de atuação) e padrões (ações procedimentais) da QV em produções científicas da área em periódicos internacionais e também nacionais, discutindo especialmente a reverberação destes no ensino da química.

Implicações para o Ensino de Ciências

Se o empreendimento político da CE-QV, por ainda ancorar-se na racionalidade técnica, direciona a Química para a manutenção da cultura e para reprodução da degradação

ambiental, quais as possibilidades da QV em redirecionar os caminhos da Química para uma racionalidade ambiental? Haas (1992a; 1992b) ressalta que a resolução de problemas e a busca por um objetivo comum são elementos centrais de uma CE, corroborando as ideias de Fleck (2010) que coloca a emergência de um problema como o centro de um estilo de pensamento. Assim como para Kuhn (2009), para Fleck (2010) também é a emergência de novas informações, de novos entendimentos sobre um problema - ou mesmo de um novo problema - que provoca a transformação de um paradigma ou estilo de pensamento. O entendimento da realidade é um primeiro e importante elemento que pode provocar a mudança de ação dos coletivos, sejam eles de cientistas ou de leigos (políticos, industriais, cidadãos, etc.).

Ademais, Haas (1992a; 1992b), recorre a ideia de notoriedade dos pesquisadores, de seu *pedigree* e *status* na comunidade para fortalecer e expandir as crenças e princípios de uma CE. Essa notoriedade tem relação com os próprios conhecimentos que produzem e também com o compartilhamento deles em eventos e publicações da área. É nesse mesmo sentido que Fleck (2010) nos fala da importância da circulação de ideias do EP entre especialistas e os não-especialistas para a extensão do mesmo. Assim, o estabelecimento dessa cooperação e compartilhamento de saberes é um dos meios de inserir em um EP ou CE novos conhecimentos, novas percepções sobre o problema e modificar, aos poucos, a sua configuração.

Há de se ressaltar, como já alertou Kuhn (2009) e Fleck (2010), da importância da formação dos especialistas (formação inicial) para a consolidação ou transformação de um paradigma ou EP. Para esses epistemólogos, a educação do especialista tem papel importante na delimitação de um EP ou de um paradigma, transmitindo os códigos, princípios e procedimentos adotados pela comunidade científica aos educandos. O conceito de CE não cita, direta ou indiretamente, a questão educacional, mas a formação da comunidade e sua extensão é atribuída ao compartilhamento de saberes que se dá na circulação de conhecimentos por meio de eventos, periódicos e mesmo a grande mídia. Portanto, a educação tem um papel importante na reprodução dos valores, conhecimentos e práticas desses grupos, sejam eles chamados de paradigmas, EP ou CE.

De forma análoga, teóricos da Teoria Crítica têm denunciado a escola como instrumento de reprodução cultural. Bourdieu e Passeron (1982) trazem a escola como meio de reprodução da sociedade de classes, por meio da manutenção da semiformação — da repetição da cultura (padrões de comportamento, produção e ação de um grupo social) como algo dado e naturalizado. Mas também se anuncia a possibilidade de uma verdadeira formação, com seu caráter de transformação, que se dá no encontro com o diferente, com o que ainda não está posto na sociedade, com as possibilidades de *ser mais* (FREIRE, 1983).

O fortalecimento da racionalidade ambiental na QV pode se dar por meio da introdução nos cursos de formação inicial de químicos de reflexões críticas sobre os objetivos e práticas da QV, desvelando os vieses do conceito de Desenvolvimento Sustentável (MARQUES; MACHADO, 2014) e a complexidade de uma QV Sistêmica (MACHADO, 2011). Isso abre para o “novo químico” uma gama de possibilidades de pensar a atividade química, por meio da criação de novas rotas e produtos sintéticos, bem como da repercussão desses produtos na sociedade. Não obstante, a formação da CE-QV pode se dar pela introdução de problematizações na circulação de ideias entre os seus adeptos, por meio da divulgação de pesquisas nos canais de comunicação da comunidade. Desse modo, pode-se introduzir novas ou outras percepções sobre o problema, questionar as crenças causais de uma comunidade e também oferecer alternativas de ação para a CE-QV.

Considerações Finais

De acordo com Smirnova e Yachin (2014), as CE são um arcabouço conceitual para analisar a tomada de decisão referente a problemas socioambientais enfrentados, em que o conhecimento de técnicos e especialistas se torna imprescindível para as ações do setor público e mesmo privado. Assim, a CE-QV, conforme delineada por Epicoco, Olstra e Saint-Jean (2014), se configura como um conceito que ajuda a compreender as interações estabelecidas entre iniciativas governamentais e empreendimentos industriais e de pesquisas na construção de possíveis novos caminhos para a Química.

Com base em pesquisas anteriores, argumentamos, entretanto, que a CE-QV pode assumir/reconfirmar uma racionalidade técnica aplicada às questões ambientais ou, diferentemente, recorrer à racionalidade ambiental. Essa discussão foi realizada com base no empreendimento político da comunidade: quando essa adota acriticamente o conceito de Desenvolvimento Sustentável e a forma como esse objetivo é perseguido (por meio de aplicação dos princípios, valores e conhecimento da QV de forma instrumental — racionalidade técnica); ou quando essa faz a crítica aos modos de produção e consumo da atual ordem social, adotando uma racionalidade ambiental.

Concluimos o texto discutindo a importância da educação para manutenção da racionalidade técnica ou sua transformação em racionalidade ambiental. Para tanto, discutimos brevemente as aproximações entre os conceitos de Paradigma (KUHN, 2009), EP (FLECK, 2010) e CE (HAAS, 1992a; 1992b) a fim de que o conceito proposto por Haas também possa ser considerado como referencial teórico em pesquisas da educação científica e tecnológica que se embasem nas teorias educacionais críticas.

Agradecimentos e apoios

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto de pesquisa Domínios e Padrões da Comunidade Epistemológica QV: convergências e particularidades ao Ensino da Química Verde (2016-2019).

Referências

- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry** – Theory and Practice. New York: Oxford University Press, 1998.
- BOURDIEU, P.; PASSERON, J. C. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1982.
- CLARK, J. H. Green Chemistr: today (and tomorrow). **Green Chemistry**, n. 8, p. 17-21, 2006.
- 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.
- HAAS, P. M. Banning chlorofluorocarbons: epistemic community efforts to protect stratospheric ozone. **International Organization**, v. 46, n. 1, p. 187–224, jan. 1992b.

_____. Introduction: epistemic communities and international policy coordination. **International Organization**, v. 46, n. 1, p. 1–35, jan. 1992a.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2009.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Trad. de Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2001.

_____. **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LENARDÃO, E. J. 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, p. 123-129, 2003.

MACHADO, A. A. S.C. Da gênese ao ensino da química verde. **Quim. Nova**, Vol. 34, No. 3, 535-543, 2011.

MARCELINO, L. V. et al. A Evolução da Comunidade Epistêmica Química Verde: reflexões para o ensino de Química. In: XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis, 2016. **Anais...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2016.

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.

MARQUES, C. A. et al. Compreensões de Pesquisadores Químicos sobre Sustentabilidade Ambiental: possíveis influências na formação de professores de Química. **Revista Brasileira de Ensino de química**, v. 9, n. 2, p. 72-92, jul./dez. 2014.

POLIAKOFF, M.; FITZPATRICK, J. M.; FARREN, T.R.; ANASTAS, P.T. Green Chemistry: science and politics of change. **Science**, v. 297, p. 807-810, ago. 2002.

SCHUMMER, J. Challenging standard distinctions between science and technology: The case of preparative chemistry. **Hyle**, v. 3, p. 81–94, 1997.

SMIRNOVA, M. Y.; YACHIN, S. Y. From expert to epistemic communities: on the transformation of institutional frames of power in the modern world. **Journal of Social Sciences Research**, v. 5, n. 1, p. 649-657, 2015.

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.

TUNDO, P. et al. Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview. **Pure Appl. Chem.** 72, p. 1207-1228, 2000.

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

WEBER, M. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo: Martin Claret, 2002.