

OS DISCURSOS SOBRE QUÍMICA VERDE NA REVISTA CIENTÍFICA QUÍMICA NOVA

Ângelo Francklin Pitanga
Instituto Federal da Bahia

Lenalda Dias dos Santos
Faculdade Pio Décimo

Wendel Menezes Ferreira
Instituto Federal de Sergipe

RESUMO: O presente trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa bibliográfica realizada na Revista Química Nova (QN), nas publicações entre os anos de 1999 e julho de 2015, com o objetivo de identificar os discursos sobre Química Verde (QV). Com base na abordagem qualitativa e na análise textual discursiva, três categorias foram criadas: 1) Síntese Verde como uma tentativa de aproximação de novas rotas sintéticas aos princípios da QV; 2) Tecnologias limpas (TL) com base no desenvolvimento científico-tecnológico, e 3) A QV como um instrumento para a sustentabilidade. A análise dos dados permite inferir que QV se apresenta como um instrumento de racionalização que acaba por perpetuar os interesses das minorias dominantes, sendo necessária uma revisão axiológica para que a mesma possa caminhar em prol da construção de sociedades mais iguais e que degradem menos o ambiente natural.

PALAVRAS-CHAVE: Revista Química Nova. Química Verde. Síntese Verde. Tecnologia Limpa. Sustentabilidade.

OBJETIVOS: O artigo tem como objetivo investigar os discursos sobre Química Verde encontrados na revista Química Nova e sua possível apropriação como um instrumento para a sustentabilidade.

REFERENCIAL TEÓRICO

As sociedades capitalistas industriais se organizaram, ao longo do tempo, com base no paradigma fundado num modelo societário que encontra na racionalidade técnica e econômica as bases teóricas que sustentam o funcionamento social. Emerge de uma visão mecanicista e desenvolvimentista, onde o homem adota postura de dominação e exploração da natureza para a transformação em bens de consumo. Com o tempo este modelo apresenta sinais de colapso, dentre eles: o esgotamento dos recursos naturais, a extinção de várias espécies, a poluição do solo, da água, do ar, e outros que passaram a ser denunciados após a Segunda Guerra Mundial.

Questionar a crise ambiental é interrogar a racionalidade técnica e econômica como paradigma falido, e de bases insustentáveis, que não atende às demandas societárias de modo a superar a atual situação planetária. A Crise Ambiental deu origem aos questionamentos das racionalidades econômica

e instrumental dominantes, assim como das ciências do conhecimento e aos saberes que serviram de suporte teórico e meios instrumentais para o processo civilizatório (Leff, 2006).

Dois conceitos são fundamentais para avançar nessa análise: racionalidade e racionalização. O primeiro representa “um sistema de regras de pensamentos e ações que se estabelecem dentro das esferas econômicas, políticas e ideológicas, legitimando determinadas ações e conferindo um sentido de organização à sociedade” (Leff, 2006, p. 43). Trata-se de um jogo, um diálogo incessante em nossa mente, criando estruturas lógicas, aplicadas ao mundo e que dialoga com este mundo real (Morin, 2011). Enquanto que racionalização descreve o processo pelo qual a natureza, a sociedade e a ação individual são crescentemente enquadradas por uma orientação voltada para o planejamento, o procedimento e ação racional (Morin, 2011).

Diante do cenário de degradação ambiental, os químicos começaram a se mobilizar a fim de promover iniciativas que visassem diminuir os efeitos provocados pela poluição. Uma significativa proposta deu-se quando Anastas e Warner, em 1998, lançaram os 12 Princípios da QV. No Brasil, destaca-se a revista QN como espaço para divulgação das atividades de investigadores de várias nacionalidades. Desde o início de suas atividades, em 1978, tem recebido predominantemente artigos em língua portuguesa, publicando mais de 4300 resultados originais de pesquisas. Buscas realizadas na base de dados *Web of Science*, tendo *green chemistry* como palavra-chave, apontam a QN ocupando a 17ª posição em número de publicações, ressaltando a importância deste periódico (Souza-Aguiar *et al.*, 2014).

METODOLOGIA

No desenvolvimento da investigação fez-se a opção pela pesquisa qualitativa, por permitir ao pesquisador fazer inferências, conclusões e verificar hipóteses a partir de dados levantados. O método escolhido para a investigação foi a Análise Documental, sendo apropriada para avaliar, em detalhes, materiais, documentos, registros; estudados, que estão passando por reformulação ou que nunca foram investigados.

Na seleção da amostra tem-se como filtro o ano de 1998, quando publicados os 12 Princípios da QV. Assim, esta pesquisa investigou as edições lançadas de janeiro de 1999 até julho de 2015, com as palavras-chave: química verde, *green chemistry*, tecnologia limpa, síntese verde e sustentabilidade; totalizando 52 publicações. Para preservar o anonimato dos autores, os excertos dos textos utilizaram denominações T1, T2 ...Tn e trazem o ano de publicação.

Para análise dos dados, seguiram-se os procedimentos da análise textual discursiva (Moraes e Galiazi, 2011). Iniciando pela fragmentação e seu agrupamento em unidades de significados, passando pela categorização, onde as unidades anteriormente selecionadas foram organizadas: a) Síntese Verde, b) Tecnologias Limpas e c) Química Verde, como instrumento para a sustentabilidade. Finalizando na comunicação, onde são produzidos textos interpretativos e explicativos que permitam uma compreensão fidedigna dos dados investigados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Síntese Verde

Nessa categoria é preciso enaltecer o esforço de pesquisadores em desenvolver/adaptar experimentos com fins de atender às expectativas da QV. Como exemplo, as publicações de Omori, Portas e Oliveira (2012) e Martinez *et al.*, (2012). Nelas, os princípios da QV como: economia de átomos, catalisadores, substituição de solventes, cuidado com geração de resíduos; são abordados de modo holístico. Contudo, uma questão central neste tipo de síntese são as chamadas métricas. Estas procuram avaliar a extensão em que

os processos de síntese possam ser classificados como verdes. O conceito de verdura química é complexo, por ser vasto e diversificado, aplicado aos compostos, a fabricação e a utilização; por englobar as diferentes facetas da benignidade ambiental, quer dos compostos quer dos processos (Machado, 2007).

Os resultados apontam a recorrente falta da realização de avaliações que permitam com acuracidade determinar a verdura dos processos. É comum na literatura a descrição de um ou dois princípios que tenham sido contemplados, ou a utilização de apenas uma métrica, como Fator E. Ainda sim, o processo ou síntese é classificado como verde (Machado, 2007). Conforme transcrição abaixo:

[T1] *A análise em fluxo abrange um amplo grupo de métodos aplicados em rotina e pesquisa. O desenvolvimento desta técnica trouxe uma nova perspectiva à química analítica verde, pois permite medições rápidas (Princípio 11 da QV), mínimo de intervenção de analistas (Princípio 12 da QV) e mínima geração de resíduos (Princípio 1 da QV)*” (2010).

Trabalhos como esses apresentam prescrições genéricas para concretizar um processo de transição da química atual para os procedimentos com algum/alguns princípios da QV. São genéricos por não realizarem quantificação, ou escrutinação semiquantitativa, através de métricas adequadas que permitam justificá-los como verdes. E a falta dessas informações é vista com preocupação, pois representam afirmações reducionistas que tendem a direcionar para uma falsa QV (Machado, 2007; 2012).

b) Tecnologias Limpas

Tecnologias Limpas representam um conjunto de iniciativas para tornar os processos produtivos mais racionais, com base no uso inteligente e econômico de matérias-primas e utilidades, minimizando e, se possível, eliminando a geração de contaminantes que possam colocar em risco a saúde dos homens e do meio ambiente (Marques, Souza e Mattos, 2012). Este é um conceito comum em aplicações industriais, principalmente em países que possuem indústria química desenvolvida. É uma ideia politicamente poderosa e ética, representando a suposição de que processos químicos industriais que possam gerar problemas ambientais possuem possibilidades para serem substituídos por alternativas menos ou não poluentes (Lenardão, et al. 2003).

Durante as análises constatou-se a preocupação dos autores com ideias relacionadas ao conceito de TL acima proposto, associado com a substituição de processos industriais geradores de resíduos e a sua viabilidade econômica. Conforme excertos abaixo:

[T3] *Podemos destacar a necessidade de substituição de processos incompatíveis com o desenvolvimento sustentável: Geradores de resíduos volumosos e/ou tóxicos e que levam ao esgotamento dos recursos naturais não renováveis de matéria-prima e energia* (2007).

[T4] *No caso presente, das nanotecnologias voltadas para o aproveitamento de matérias-primas naturais e a produção química de materiais avançados em uma perspectiva brasileira, é necessário considerar possibilidades e oportunidades, optando por estabelecer metas ambiciosas mais viáveis, que se transformem em resultados importantes e que contribuam para a economia e para a qualidade de vida da população* (2009).

Os discursos observados trazem no bojo a ideia de crescimento linear de C&T, onde o desenvolvimento científico garante o desenvolvimento tecnológico e, por sua vez, o social, e nesse contexto, este último é apresentado sobre o discurso da qualidade de vida. Este tipo de crença é criticada, pois, apesar do vertiginoso crescimento de C&T observado, são latentes as desigualdades sociais no mundo. Layrargues (1998) coloca um ponto de interrogação nessa questão ao desacreditar que mudanças sociais e culturais acompanhem voluntariamente as transformações tecnológicas, visto que “as principais

características culturais da sociedade industrial de consumo são o desperdício, a descartabilidade e a obsolescência” (Layrargues, 1998, p. 148). Nessa perspectiva, as TL representam tendências adaptativas para atender às novas demandas do mercado (Layrargues, 1998). Refutando a hipótese da possível relação direta de causa-efeito para o crescimento de C&T.

c) A química verde como um instrumento para a sustentabilidade

As análises apontam para uma estreita relação entre as concepções dos autores e o discurso difundido pelo relatório Brundtland, fazendo-se crer que sustentabilidade é um conceito elaborado e enriquecido do desenvolvimento sustentável (DS), tendo suas ideias fundamentadas na sustentabilidade voltada ao progresso econômico como mecanismo para a geração da qualidade de vida. Conforme definição destacada sobre DS:

[T5] Pode ser definido como o progresso industrial que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem às suas próprias necessidades (2003).

Sauvé (1997) alerta para a polissemia em torno do conceito de DS, entendido por diferentes perspectivas, passíveis de críticas. Segundo sua tipologia sobre DS, os discursos observados nas publicações se aproximam de uma ideia de desenvolvimento contínuo para a inovação tecnológica e o livre mercado, onde os problemas ambientais podem ser mitigados através da inovação tecnológica, e a legislação controla o consumo de recursos e a qualidade da água, ar, solo, etc. E, essas concepções são corroboradas diante dos resultados de investigações realizadas por Pitanga (2015) sobre a temática em tela.

Nesse sentido, os discursos sobre QV, Sustentabilidade e TL representam mecanismos de racionalização, ou seja, instrumentos operativos que acabam legitimando no imaginário social determinados discursos (Pitanga, 2015). Aproximando com as ideias de Habermas (2011), a QV e a TL representam mudanças do enquadramento institucional que não afetariam alterações essenciais nas estruturas internas das forças produtivas. Mantendo a estrutura do progresso científico-técnico e apenas modificando os valores regulativos. “Os novos valores traduzir-se-iam para tarefas tecnicamente solucionáveis; o novo seria a direção deste progresso, mas o próprio critério de racionalidade permanece imodificado” (Habermas, 2011, p. 54).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da pesquisa foi possível constatar que ao longo dos últimos 16 anos foram publicados 52 artigos representando iniciativas e preocupação dos brasileiros, e outros pesquisadores, com a divulgação, incorporação em suas atividades de pesquisa e ensino dos fundamentos da QV.

Na maioria das publicações, verificou-se explícita falta de métricas mais detalhadas para as sínteses. Haja vista que prescrições genéricas que buscam no verde um mecanismo de sensibilização, representam uma falsa QV (Machado, 2007; 2012). Quanto às TL, observa-se que a palavra de ordem é a substituição dos processos poluidores, o que Layrargues (1998) questiona por entender que, neste contexto, as TL não passam de uma tendência adaptativa para atender às vicissitudes do mercado neoliberal.

No que concerne a QV como um instrumento para a sustentabilidade, inicialmente observou-se uma estreita relação com o tão criticado discurso do Relatório Brundtland, levando a um entendimento que sustentabilidade não passa de um conceito enriquecido de DS. Os discursos revelam claramente as preocupações com a questão dos custos envolvidos no tratamento dos resíduos, procedimentos estes sempre apontados como onerosos, porém, necessários não por conta de uma política industrial preocupada com o meio ambiente, mas como viés para a manutenção do lucro.

Então, o que se pode observar é que a QV emerge como uma filosofia que tem como pano de fundo a sensibilização e a conscientização relacionadas à conjuntura da crise mundial, porém, suas ações se reverterem para cuidados com o meio ambiente com vistas a evitar o pagamento de multas, esgotamento das fontes de recursos e altos custos de energia nos processos produtivos, visando garantir a sustentabilidade econômica da atividade química industrial (Pitanga, 2015).

REFERÊNCIAS

- HABERMAS, J. (2011). *Técnica e Ciência como Ideologia*. Lisboa: Edições 70.
- Layrargues, P.P. (1998). *A Cortina de Fumaça: O discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica*. São Paulo: AnnaBlume.
- LENARDÃO, E.J.; FREITAG, R.A.; DABDOUB, M.J.; BATISTAI, A.C.F. e SILVEIRA, C.C. (2003). “Green Chemistry” – Os doze princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, 26(1), 123–129.
- LEFF, E. (2006). *Racionalidade Ambiental: Reapropriação Social da natureza*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira.
- MACHADO, A. (2012). Dos primeiros aos segundos doze princípios da Química Verde. *Química Nova*, 35(6), 1250–1259.
- (2007). Métricas da Química Verde – A produtividade atômica. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 107, 47–55, out./dez.
- MARQUES, M.R.C.; SOUZA, S.P.L. e MATTOS, M.C.S. (2012). Desenvolvimento Sustentável e pensamento complexo – Estudo de caso: O uso de argilas como catalisadores. *Química Nova*, 35(9), 1891–1894.
- MARTINEZ, S.T.; SILVA, B.V.; PINTO, A.C.; FERREIRA, V.F. e SILVA, F.C. (2012). Adição de Anilinas à Naftoquinonas em água e em fase sólida. *Química Nova*, 35(4), 858 – 860.
- MORAES, R. e GALIAZZI, M. C. (2011). *Análise Textual Discursiva*. 2ª ed. Ijuí: Unijuí.
- MORIN, E. (2011). *Introdução ao Pensamento Complexo*. Porto Alegre: Sulina.
- OMORI, A.T.; PORTAS, V.B. e OLIVEIRA, C.S. (2012). Redução enzimática do 4-(dimetilamino)benzaldeído com pedaços de cenoura (*Daucus carota*): um experimento simples na compreensão da biocatálise. *Química Nova*, 35(2), 435 – 437.
- PITANGA, A.F. (2015). *A inserção das Questões Ambientais no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe*. 208f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de Sergipe.
- SAUVÉ, L. (1997). Educação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável: Uma análise complexa. *Revista de Educação Pública*, 10.
- SOUZA-AGUIAR, E.F.; ALMEIDA, J.M.A.R.; ROMANO, P.N.; FERNANDES, R.P. e CARVALHO, Y. (2014). Química Verde: A evolução do conceito. *Química Nova*, 37(7), 1257–1261.

