

## Panorama sobre produções voltadas ao Ensino de Química Verde no Brasil: incursões metodológicas

Marilei Casturina Mendes Sandri<sup>1\*</sup> (PQ); Erica D. S. Dias<sup>2</sup> (PG); Leonardo V. Marcelino<sup>2</sup> (PG); Eril M. Fonseca<sup>2</sup> (PG); Carlos A. Marques (PQ)<sup>3</sup>. \*[mcmsandri@uepg.br](mailto:mcmsandri@uepg.br)

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

*Palavras-Chave: Química Verde, Ensino, Revisão Bibliográfica.*

**RESUMO:** O ensino da Química Verde exige aportes teórico-metodológicos que o distancie de abordagens tradicionais, especialmente por problematizar aspectos socioambientais. Assim, tem-se como objetivo descrever um levantamento bibliográfico sobre o ensino da Química Verde em produções brasileiras, vislumbrando seu panorama, discutindo limites e possibilidades desse corpus amostral diante de aspectos didáticos. Buscamos informações bibliográficas no Google Acadêmico, Web of Science e Portal de Periódicos da CAPES. O Google Acadêmico possui maior abrangência, mas recupera textos menos significativos ao tema de pesquisa. A Web of Science e o Portal de Periódicos apresentam a melhor combinação de indexação da literatura internacional (primeiro caso) e latino-americana (no segundo) sobre o tema. Dados preliminares, quantitativos e descritivos, apontam para um panorama significativo de trabalhos de inserção e ensino da QV, que podem favorecer pesquisas sobre a evolução da Química na perspectiva da sustentabilidade e as dificuldades de implementação do ensino da Química Verde.

### INTRODUÇÃO

A Química Verde (QV) emergiu há mais de 30 anos, como uma resposta proativa da área da Química aos problemas ambientais (EILKS; ZUIN, 2018; MARQUES; MACHADO, 2021). Pesquisadores desse campo consideraram que não bastava limitar e controlar a exposição e o descarte dos produtos químicos, mas era necessário agir preventivamente aos danos ambientais, desenvolvendo rotas sintéticas e produtos químicos inerentemente seguros (POLIAKOFF *et al.*, 2002). Contudo, seu enquadramento voltado ao alcance da sustentabilidade foi sendo apresentado apenas gradativamente ao longo dos anos (MARQUES; MACHADO, 2021).

De outra parte, desde sua emergência, os precursores da QV já relataram sobre a importância do seu ensino, a exemplo do *ACS Symposium Series 1011*, de 1998, denominado “*Green Chemistry Education - Changing the Course of Chemistry*” (ANASTAS *et al.*, 2009). Especialmente nos EUA, as discussões sobre inovações curriculares, integração com ensino de engenharia e exemplos exitosos no ensino da QV serviam para reforçar a necessidade e desafios por mudanças em toda educação Química. Esses esforços para a formação de novas gerações de químicos, comprometidos com as dimensões sociais e ambientais dos processos e produtos da química, ainda permanece um grande desafio (EILKS; ZUIN, 2018). Durante a fase de consolidação da QV, já na primeira década desse século (MARQUES; MACHADO, 2021), pesquisadores ressaltaram a importância de materiais didáticos voltados à formação em QV (HAACK; HUTCHINSON, 2016) e para abrir oportunidades de modernização da Química (VOORHEES; HUTCHINSON, 2015), ainda que não se tivessem uma visão global de sua inserção nos currículos de Química (ZUIN; MAMMINO, 2015).

As pesquisas sobre a inserção da QV nas diferentes etapas e modalidades educativas, embora tenham crescido ao longo desses 30 anos (MARQUES; MACHADO, 2018; MARQUES *et al.*, 2020), indicam que um dos seus objetivos permanece mais ligado à ideia de acréscimo de conteúdos de natureza técnico-científica, vista mais como incremental do que transformativa. Aspecto corroborado por outros autores, que consideram que se deve privilegiar a importância da inovação incremental da QV (RASTON, 2003; QUADRELLI, 2016). Isso contrasta com a visão de Anastas (2011) – um dos principais precursores da QV –, que ao comentar sobre a natureza da mesma e, alterando sua visão inicial, defende que a QV deve ser mais transformativa do que incremental. O pesquisador salienta, porém, que as mudanças incrementais, por exemplo, possibilitam melhorias de eficiência e de redução de toxicidade, já seu caráter inovador e de agregação de valor econômico conduziria à via revolucionária (ou transformativa) (ANASTAS, 2015).

De todo modo, há muitos outros desafios à QV. Para Zuin *et al.* (2020), sua ligação ao Desenvolvimento Sustentável (DS) é imprescindível, atribuindo ao ensino de Química a discussão, conscientização e busca de solução de muitos dos problemas locais e globais. Cann (2009), por exemplo, afirma que um dos objetivos de uma educação em QV seria promover e melhorar a alfabetização científica relativa à sustentabilidade das gerações presentes e futuras. Outros pesquisadores também buscam problematizar a racionalidade instrumental, de natureza mais incremental, associada à QV, indicando a necessidade de desenvolver uma perspectiva sócio crítica, valorativa, histórica e ecológica na construção e aplicação do conhecimento químico (EILKS; ZUIN, 2018; MARCELINO; SJÖSTRÖM; MARQUES, 2019; MARCELINO, 2020) – perspectiva essa também denominada como eco-reflexiva, humanizadora ou *Bildung education* (SJÖSTRÖM; TALANQUER, 2014, 2018).

Assim, se o crescimento da QV e de seu ensino parece vislumbrar diferentes possibilidades para a evolução das práticas da Química comprometida com a salvaguarda ambiental e para um ensino de Química mais humanista e contextualizado, recolher as produções bibliográficas e as sistematizar identificando suas potencialidades didáticas ainda é um desafio.

Na literatura já há tentativas de sistematizar a produção acadêmica voltadas ao ensino de QV, geralmente no espectro internacional. Marques *et al.* (2020) e Costa, Ribeiro e Machado (2008) investigaram a produção sobre ensino de QV no *Journal of Chemical Education* que, embora seja o periódico internacional que reúne maior número de publicações sobre o tema, não representa a totalidade da produção mundial ou mesmo brasileira. Chen, Jeronen e Wang (2020) investigaram o ensino de QV a partir da interdisciplinaridade e relações com a psicologia e filosofia por meio de trabalhos indexados no *Web of Science*, cobrindo as publicações de diversos países. Ainda de abrangência mundial, Ferk Savec e Milinarec (2021) fizeram revisão sobre o trabalho experimental para ensino de QV nas bases *Web of Science*, *Scopus* e *Education Resources Information Center* (ERIC). Esses trabalhos trouxeram importantes contribuições para a pesquisa em ensino de QV, mas têm pouco alcance sobre a pluralidade de pesquisas realizadas no âmbito brasileiro, visto que poucos periódicos nacionais estão indexados nas bases investigadas pelos autores.

Entender as especificidades locais, convergências e divergências se mostra fundamental para a compreensão da própria natureza e constituição de determinados conhecimentos e práticas, inclusive, do próprio ensino de QV no Brasil. O movimento CTS, por exemplo, conforme aponta a revisão realizada por Roso e Auler (2016), emergiu no Hemisfério Norte como uma busca sobre um maior controle e participação da sociedade nos rumos da produção da Ciência e Tecnologia (C&T) e, no contexto

Latino-Americano, apresentou-se enquanto uma preocupação sobre a importação da C&T à revelia das reais necessidades locais. No entanto, o pensamento CTS Latino-Americano não teve a mesma repercussão no contexto educativo que o CTS do Hemisfério Norte, influenciando, inclusive, uma significativa parcela das pesquisas CTS do Brasil, as quais se alicerçam sobre essa concepção importada (ROSO; AULER, 2016). Nesse contexto, quais as especialidades da QV no Brasil? Qual a sua repercussão no ensino? O que tem sido discutido pelas pesquisas e pesquisadores brasileiros? Tais questões implicam, preliminarmente, realizar um levantamento bibliográfico das produções brasileiras, sejam elas publicadas em periódicos nacionais ou internacionais, cujo *corpus* amostral venha configurar um panorama da inserção da QV na educação química nacional.

Neste sentido, utilizamos a base de dados do Google Acadêmico, conforme discutimos abaixo, para fazer uma pesquisa exploratória sobre revisões de literatura em ensino de QV. Avaliamos a ocorrência de registros com base em dois conjuntos de termos: “química verde” e “ensino”; “química verde” e “educação”, ou; “química verde” e “aprendizagem”. Restringimos a busca apenas aos artigos de revisão e páginas em português, ambos filtros do buscador. Com o termo “química verde” e “ensino” foram obtidos 31 artigos. A busca com “química verde” e “educação” encontrou 27 trabalhos e o termo “Química Verde” e “aprendizagem” recuperou 11 trabalhos, sendo que ambos os resultados coincidiam com os listados entre os 31 anteriormente levantados. Assim, para uma análise mais adequada, a leitura e seleção dos artigos foi realizada a partir dos 31 trabalhos inicialmente descritos para “Química verde” e “ensino”. Após leitura dos resumos, excluimos: artigos duplicados; artigos em português, mas de autores não brasileiros (portugueses, por exemplo); ou artigos que abordam apenas a QV, mas não o seu ensino. No total foram selecionados 13 trabalhos, sendo 11 artigos, um resumo publicado em evento e uma tese. A pesquisa exploratória mostrou que os trabalhos de revisão de literatura sobre ensino de QV, no âmbito brasileiro, apresentam geralmente um escopo ou abrangência restritos.

De todo modo, esse olhar preliminar reforçou ainda mais a necessidade de buscas mais abrangentes por produções brasileiras envolvendo o ensino da QV, especialmente quando se tem como escopo se conduzir análise sobre a emergência de aspectos didáticos específicos à QV no contexto educacional nacional. Para Moraes e Galiazzi (2016), o processo de delimitação de um *corpus* de análise se mostra de fundamental importância, a qual tem por critérios a validade e capacidade de produzir resultados que expressem o fenômeno em questão, garantia que se apresenta no rigor teórico-metodológico<sup>1</sup>. Nesse sentido, faz-se pertinente questionar: quais são os caminhos metodológicos viáveis para a organização de um *corpus* de análise sobre os aspectos didáticos do ensino de QV no Brasil? Com vistas à superação dessa questão, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os limites e possibilidades da definição de um *corpus* amostral dos aspectos didáticos da QV em produções brasileiras. Para tanto, a seguir descrevemos os percursos metodológicos de forma geral em suas três vias principais e pela discussão da proposição de *Corpus Analítico*. O trabalho se encerra com as Considerações Finais.

---

<sup>1</sup> Essa caracterização se deu em função da ferramenta da Análise Textual Discursiva, conforme Moraes e Galiazzi (2016).

## METODOLOGIA

A investigação situa-se, em grande medida, na pesquisa e análise bibliográfica (GIL, 2009), portanto, é de natureza quantitativa-descritiva. Nesse contexto, buscou-se racionalizar as produções acadêmicas, relacionadas às propostas e relatos de experiências de ensino com a QV, voltadas aos seus aspectos didático-metodológicos que, em última instância, podem indicar modelos para sua inserção no ensino de química (em vários níveis e modalidades).

Para caracterizar produções nacionais, considerou-se publicações de artigos científicos publicados em periódicos nacionais (em língua portuguesa ou inglesa) e internacionais, escritos por autores vinculados a instituições brasileiras (mesmo que em outras línguas). Assim, publicações em português de outros países, que não o Brasil, foram desconsideradas.

Comparou-se os trabalhos recuperados por meio de três bases de dados: i) Google Acadêmico; ii) *Web of Science*; 3) Portal de Periódicos da CAPES. Não limitou-se o período de publicação das pesquisas, no intuito de recuperar todos os trabalhos disponíveis até a data da pesquisa, junho de 2022. Os procedimentos de busca foram avaliados pela quantidade de trabalhos que recuperam, proximidade e especificidade das produções com o tema investigado e autores mais recorrentes.

Abaixo, descrevemos os procedimentos de busca em cada base e uma descrição geral dos registros encontrados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### I) PESQUISA BIBLIOGRÁFICA NO GOOGLE ACADÊMICO

O Google Acadêmico foi lançado internacionalmente em 2004, sob o nome *Google Scholar*, passando a ofertar pesquisas em língua portuguesa a partir de janeiro de 2006. Trata-se de uma ferramenta de busca em textos acadêmicos e relacionados à ciência, contando com ampla cobertura. Sua maior vantagem é a possibilidade de realizar buscas dentro do próprio texto, indo além de bases de dados mais tradicionais, que indexam título, resumo e palavras-chave. É especialmente útil para buscas de literatura não anglo-saxônica, que geralmente está fora dos sistemas de informação bibliométrica tradicionais, e para áreas científicas que se comunicam menos por revistas científicas (como ciências humanas e sociais) (TORRES-SALINAS; RUIZ PÉREZ; LÓPEZ-COZAR, 2009). Contudo, a extração de dados pode ser um problema, já que os dados são menos sistematizados, mesmo considerando ferramentas de extração de informação como o *Publish or Perish* (HARZING, 2007).

Em 25 de maio de 2022, buscou-se trabalhos sobre ensino de QV no Google Acadêmico usando o conjunto de termos “*química verde*” AND (*educ\** OR *aprend\** OR *ensin\** OR *escol\**) AND *brasil* obtendo 1786 registros cujas informações foram extraídas por meio do *software Publish or Perish*. Esses registros tiveram 2.529 autores diferentes, dos quais apenas 16 publicaram 5 ou mais trabalhos, apresentados no quadro abaixo.

**Quadro 1: Principais autores e respectivo número de publicações sobre ensino de QV, conforme busca no Google Acadêmico.**

Autores	Fontes de Publicação*
CA Marques: 25	Química Nova: 88
AASC Machado: 14	teses.usp.br: 69
F Pitanga: 13	repositorio.unesp.br: 57
S Cunha: 13	repositorio.ufsc.br: 40
FP Gonçalves: 10	lume.ufrgs.br: 39
VG Zuin: 10	repositorio.utfpr.edu.br: 35
FB Roloff: 8	repositorio.ufscar.br: 33repositorio.unb.br: 29
C Fernandez: 7	researchgate.net: 26
C Zucco: 7	Química ...: 25
LV Marcelino: 7	dspace.sti.ufcg.edu.br: 23
MGTC Ribeiro: 7	books.google.com: 22
A Garriz: 6	repositorio.ufrn.br: 20
AC Pinto: 6	bdm.unb.br: 20
JB Andrade: 6	ri.ufs.br: 18
L Calafate: 5	repositorio.ufc.br: 17
VF Ferreira: 5	riut.utfpr.edu.br: 17
	Educación química: 17
	locus.ufv.br: 16
	Brazilian Journal of ...: 16
	repositorio.ufsm.br: 15

\* Nomes conforme extraídos pelo *Publish or Perish*.

Os registros foram agrupados em 712 fontes de publicação (periódicos, eventos, repositórios institucionais etc.). Como o Google Acadêmico não é um sistema de informação tradicional, seus dados não têm formato padronizado e muitas informações aparecem de forma fragmentada ou duplicada. Por exemplo, a revista Química Nova é o periódico com maior número de registros sobre ensino de QV conforme o Google Acadêmico, aparecendo também sob a denominação “Química...”. O Quadro 2 apresenta as fontes de publicação mais frequentes, com os nomes conforme extraídos da plataforma de buscas. Nota-se grande número de repositórios institucionais (repositorio.unesp.br, repositorio.ufsc.br, lume.ufrgs.br, repositorio.utfpr.edu.br, repositorio.ufscar.br, repositorio.unb.br), que publicam majoritariamente trabalhos de conclusão de curso (TCC, teses e dissertações). Outro periódico em destaque é o *Educación Química*, com 17 registros. O *Brazilian Journal of...* acaba reunindo diversos periódicos, tais como: *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*, *Brazilian Journal of Development* e *Brazilian Journal of Business*.

O Google Acadêmico se mostrou como um buscador muito abrangente, mas pouco sistematizado. O buscador consegue acessar diversas outras bases de dados e repositórios, buscando os termos em todo o trabalho. Se por um lado isso dá abrangência à busca, também diminui a relevância dos resultados, já que muitos resultados não estão diretamente relacionados com o ensino de QV, apresentando menções pontuais ao termo em seu corpo do texto. Outra dificuldade desse buscador é a extração dos resultados, que se apresentam de forma fragmentada ou mesmo duplicada, já que o mesmo documento pode estar arquivado em mais de um local com metadados ligeiramente diferentes. Contudo, o buscador apresentou bons resultados

para a exploração de trabalhos de revisão prévios, sendo uma ferramenta interessante para os momentos iniciais da pesquisa, conforme apresentado na Introdução deste trabalho.

## II) BUSCA NO *WEB OF SCIENCE*

O *Web of Science* é uma base global de citações, direcionada para indexação de produção intelectual em diversas áreas e sistematização de informação bibliográfica. O *Web of Science* possui grande número de publicações registradas, abrangendo múltiplos países. Porém, a inclusão dos dados de uma revista nessa base de dados não é direta e automática, exigindo certos procedimentos, como a apresentação de metadados de publicação (títulos, resumos e palavras-chave) em língua inglesa. No Brasil, estar indexado em uma base de dados como *Web of Science*, Scopus ou SciELO é um pré-requisito com alto peso para avaliação de um periódico no Qualis - Periódicos (ARAÚJO-JORGE, 2017).

A busca no *Web of Science* foi realizada por meio de pesquisa avançada com termos que relacionam a QV (*green chemistry*) com a educação (*education*), ensino (*teaching*) ou aprendizagem (*learning*), ou seja:  $(TS=(green\ chemistry))\ AND\ TS=(education\ OR\ teach^*\ OR\ learn^*)$ , em que TS significa *topic search* e designa o local de busca dos termos (título, resumo e palavras-chave). Os termos foram escritos em inglês, língua adotada pela base de dados na indexação das informações.

Essa busca resultou em 758 registros, que foram restringidos para 88 ao se considerar apenas as publicações com pelo menos um autor vinculado às instituições brasileiras, por meio do filtro países. Esses trabalhos foram publicados por 362 autores distintos, dos quais apenas quatro sujeitos contêm três ou mais publicações (Quadro 2).

**Quadro 2: Autores e periódicos com três ou mais publicações sobre ensino de QV conforme busca no *Web of Science*.**

Autores	Fontes de Publicação*
Zuin, VG: 7	QUIM NOVA: 19
Marques, CA: 6	J CHEM EDU: 7
Eilks, I: 4	REV VIRTUAL QUIM: 3
Szklo, A: 3	MICROCHEM J: 2
Zanotti, K: 2	J OF CLEAN PROD: 2
Sjostrom, J: 2	CURR OPIN GREEN SUST CHEM: 2
Sirtori, C: 2	CHEM EDU RES PRACT: 2
Senra, JD: 2	BIOFUEL BIOPROD BIOR: 2
Segatto, ML: 2	ABST PAP AM CHEM S: 2
Scholz, MBD: 2	
Rochedo, PRR: 2	
Poppi, RJ: 2	
Pinto-Zevallos, DM: 2	
Passos, CG: 2	
Nichele, AG: 2	
Marquetti, I: 2	
Malta, LFB: 2	
Link, JV: 2	
Lemes, ALG: 2	
Ikegaki, M: 2	

Goncalves, FP: 2 de Andrade, JB: 2 Bona, E: 2 Ambrogi, BG: 2 Aguiar, LCS: 2	
---	--

\*Abreviações conforme extraídos do Web of Science.

A revista nacional *Química Nova* se destaca, com quase um quarto das publicações, seguida pelo *Journal of Chemical Education* (Quadro 2). Esse dado ressalta que mesmo o *Journal of Chemical Education* sendo o que recebe maior número de publicações sobre ensino de QV internacionalmente, os pesquisadores brasileiros tendem a publicar em uma revista nacional, como a *Química Nova*.

O *Web of Science* apresentou o menor número de resultados entre as bases procuradas. Isso decorre do fato de poucas revistas nacionais da área de ensino estarem indexadas nesse sistema em específico. Em comparação com o Google Acadêmico, possui menor alcance de busca, já que fica restrita a uma base selecionada e a pesquisa não pode ser realizada no corpo do texto.

Contudo, é a base que apresenta melhor sistematização dos metadados, possibilitando a extração fácil e completa das informações. Os dados demonstram sua importância para encontrar publicações sobre ensino de QV de autores brasileiros publicadas, principalmente, em revistas estrangeiras.

### III) O PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES

O Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) é um grande acervo de produção científica mundial, com objetivo de atender a todo o território brasileiro. Na realidade, trata-se de um metabuscador, uma ferramenta que busca informações em diferentes bases de dados e apresenta os resultados em apenas um local.

A busca no Portal de Periódicos da Capes foi realizada na aba *Assunto*, em que se optou pela busca avançada seguindo três rumos distintos, conforme Quadro 3. A busca 01 resultou em 13.213 trabalhos que, depois de filtrados apenas os artigos, passaram para 121. Todavia, entre esses artigos estão alguns publicados em português, mas por autores não brasileiros, por exemplo, o que requererá uma seleção mais detalhada dos artigos a serem analisados.

Outro aspecto importante a ressaltar é que somente 73 dos 121 artigos são revisados por pares. Muitos trabalhos sem relação direta com o ensino de QV foram recuperados pela busca 01, o que se mostra nos seus periódicos e autores mais frequentes, que não correspondem àqueles encontrados no Google Acadêmico e Web of Science.

Para restringir o número de artigos e focalizar nas produções relevantes sobre ensino de QV, testamos novas combinações de parâmetros nas buscas 2 (usando termos em português) e busca 3 (restringindo a busca do termo "*química verde*" aos títulos). A busca 02 permitiu encontrar publicações de autores brasileiros em periódicos internacionais (principalmente em língua espanhola) que não constavam da busca no Web of Science, conforme mostram os periódicos e autores mais frequentes (Quadro 3). A busca 03 restringiu a procura do termo principal (*química verde*) ao título das produções, numa tentativa de restringir ainda mais o número de resultados. Contudo, o número recuperado foi maior, o que possivelmente decorreu da dificuldade desse

buscador em transitar entre diferentes campos de busca nas distintas bases de dados que consulta. Por exemplo, o buscador parece ter buscado o termo tanto nos títulos dos trabalhos, quanto nos títulos da fonte de publicação (periódico, livro, etc.).

**Quadro 3: Periódicos e autores com ao menos dois trabalhos sobre ensino de QV conforme três diferentes buscas no Portal de Periódicos da CAPES.**

Parâmetro da busca	Periódicos*	Autores
<b>Busca 01</b> Assunto: "green chemistry" AND Qualquer campo: educ* OR learn* OR teach* Filtro: Artigos Resultados: 121	Quím Nova: 34 J Braz Chem S: 32 J Chil Chem S 7 Educ quím. 6 J Mex Chem S: 3 Amazônia: 3 S Afr J Chem: 2 Sci agric: 2 Electron J Biotechn: 2 An Acad Bras Cien: 2	Cunha, Silvio: 6 Machado, AASC: 5 Mattos, MCS: 4 Zanatta, N: 2 Cunha, S: 2 Silva, MCH: 2 Silva, LHM: 2 Santana, LLB: 2 Roloff, FB: 2 Ribeiro, MGTC: 2 Riatto, VB: 2 Perin, G: 2 Martins, MAP: 2 Marques, CA: 2 Jacob, RG: 2 Corrêa, AG: 2 Bonacorso, HG: 2 Alves, D: 2 Aguiar, MRMP: 2
<b>Busca 02</b> Assunto: "Química verde" AND Qualquer campo: educação OR ensino OR aprendizagem Filtro: Artigos Resultado: 61	Educ quím: 8 J Bras Chem S: 3 Avan cien ingen: 3 ACTIO: 3 Rev colomb quím: 2 Enseñ Cien: 6 Ensaio Pesq Educ Ciên: 2 Amazônia: 2	Zuin, VG: 2 Pitanga, AF: 2 Maximiano, FA: 2 Menes-Arzate, M: 2 León-Cedeño, F: 2 Fernandez, C: 2
<b>Busca 03</b> Título: "Química verde" AND Qualquer campo: educação OR ensino OR aprendizagem Filtro: Artigos Resultado: 105	Educ quím: 18 Quím Nova: 14 ENSEÑ CIEN: 5 Amazônia: 3 Quím nova escola 2 Avan cien ingen: 2 ACTIO: 2	Machado, AASC: 3 Zuin, VG: 2 Sá, MM: 2 Pitanga, AF: 2 Mendes Sandri, MC: 2 Marques, MV: 2 Fernandez, C: 2 Bisol, TB: 2

\*Títulos abreviados conforme Web of Science.

Ao agrupar as três buscas, retirando as duplicatas, os trabalhos que não se referem ao ensino de QV, que não são artigos ou aqueles que não são de autores brasileiros ou publicados em revistas nacionais, chegamos a um total de 118 textos. O Quadro 4 mostra os autores e periódicos com duas ou mais publicações ao se consolidar as três buscas.

**Quadro 4: Periódicos e autores com ao menos dois trabalhos sobre ensino de QV conforme síntese de buscas no Portal de Periódicos da CAPES.**

Autores (N total: 403)		Periódicos (N total: 32)
Silvio Cunha: 8	Joel Jones Junior: 2	Quím Nova: 40
Adélio A. S. C. Machado: 7	Helio G. Bonacorso: 2	J Braz Chem S: 32
Marcio C. S. de Mattos: 4	Luis H.M Silva: 2	J Chil Chem S: 7
Carlos Alberto Marques: 4	Luiz Longo Jr.: 2	ACTIO: 3
Eder João Lenardão: 3	Marcelo Volpatto Marques: 2	Amazônia: 3
Gelson Perin: 3	Marcos A. P. Martins: 2	J Mex Chem S: 3
Lourenço L.B de Santana: 3	Marcus Mandolesi Sá: 2	Sci agric: 2
Maria do Carmo H. da Silva: 3	Marilei C. M. Sandri: 2	Ensaio Pesq Educ Ciên: 2
Maria Gabriela T. C Ribeiro: 3	Mônica R. M. P. de Aguiar: 2	An Acad Bras Ciên: 2
Ângelo Francklin Pitanga: 2	Nilo Zanatta: 2	Quim Nova Escola: 2
Arlene G. Corrêa: 2	Queli Aparecida R. de Almeida: 2	
Boaventura F. Reis: 2	Raquel G. Jacob: 2	
Diego Alves: 2	Raul A. S. Villegas: 2	
Flavia Martins da Silva: 2	Tula Beck Bisol: 2	
Franciani Becker Roloff: 2	Valéria Belli Riatto: 2	
	Vânia Gomes Zuin: 2	

O Portal de Periódicos da CAPES tem a vantagem, em comparação com o Web of Science, de ser mais abrangente, incorporando diversas bases de dados, como o Scielo, Latindex, *Directory of Open Access Journals* (DOAJ) e *ACS Publications*, por exemplo. O principal problema do Portal decorre de seu caráter de meta-buscador, pois ele acaba interagindo com bases de dados com estruturas diferentes, o que dificulta a comparação dos resultados ou mesmo a busca parametrizada. Por exemplo, pode haver bastantes registros duplicados ou o sistema pode buscar um termo apenas no título em uma base e no título e resumo em outra. Com isso, não há um padrão para a realização das buscas e os resultados obtidos expressam de forma muito ampla ou duplicada o que buscamos, necessitando um aprofundamento para delimitar o *corpus* de análise.

### PROPOSIÇÃO DE CORPUS ANALÍTICO

O Google Acadêmico apresenta resultados muito abrangentes e de difícil controle e extração, o que fragiliza uma investigação sistemática em sua base de dados. O *Web of Science* e o Portal de Periódicos, apesar de suas limitações individuais, podem ser combinados para aproveitar o melhor de cada ferramenta: a sistematização do primeiro e a abrangência do segundo. Assim, ao agrupar os resultados das duas bases, extrair as duplicatas e retirar os trabalhos que não tinham pelo menos um autor brasileiro, chegamos a 202 artigos, que constituirão o *corpus* de análise para as próximas etapas da pesquisa e cujos autores e periódicos com mais de três publicações podem ser consultados em Quadro 5. Destacam-se os autores brasileiros Vânia Zuin, Silvio Cunha e Carlos Alberto Marques, o português Adélio Machado e o alemão Ingo Eilks, que foram escreverem em parceria com autores brasileiros. Os periódicos nacionais Química Nova e *Journal of the Brazilian Chemical Society* reúnem mais de um terço das publicações do corpus, mostrando sua importância para a socialização do tema.

**Quadro 5: Autores e periódicos com três ou mais publicações no corpus analítico proposto.**

<b>Autores (N Total: 748)</b>	<b>Periódicos (N. total: 86)</b>
Vânia Gomes Zuin: 10 Silvio Cunha: 9 Carlos Alberto Marques: 9 Adélio A.S.C. Machado: 5 Ingo Eilks: 4 Marcio C. S. de Mattos: 4 A Szklo: 3 Eder J. Lenardão: 3 Gelson Perin: 3 Lourenço Luis Botelho de Santana: 3 Luis Henrique Mendes da Silva: 3 Maria do Carmo Hespanhol da Silva: 3 Maria Gabriela T. C. Ribeiro: 3 Raquel G. Jacob: 3	QUÍM NOVA: 55 J BRAZ CHEM S: 32 J CHEM EDUC: 7 J CHIL CHEM S: 7 SCI AGRIC: 3 AMAZÔNIA: 3 REV VIRT QUÍM: 3 J MEX CHEM S: 3 ACTIO: 3

### CONSIDERAÇÕES FINAIS: UM RASTRO VERDE NO ENSINO DA QUÍMICA

O percurso metodológico aqui adotado revelou um *corpus* amostral consistente, abrangente e representativo das publicações de artigos sobre o ensino de QV no Brasil e por pesquisadores brasileiros. Há que se frisar que, ao compararmos as três bases de dados, decidimos por usar o Google Acadêmico apenas para pesquisas exploratórias sobre o tema, visto que possui uma abrangência maior de “indexação” ou registros. O *corpus* foi construído a partir da combinação do *Web of Science* (que nos fornece principalmente artigos de autores brasileiros em revistas internacionais) e do Portal de Periódicos CAPES (que tem ampla cobertura de periódicos latino-americanos).

Nosso próximo passo será comparar esses resultados com dados extraídos da Plataforma Lattes que, em tese, reúne o registro de toda a produção científica de pesquisadores brasileiros. Contudo, os dados da Plataforma Lattes são de difícil acesso, pois a ferramenta Extrator Lattes (criada pelo MCTI para extrair os dados) ainda não está amplamente disponível.

Por fim, esse panorama sobre as produções no Brasil e com pesquisadores brasileiros permitirá, em última análise, identificar e aprofundar ainda mais os aspectos e eventuais características teórico-metodológicas específicas ao ensino de QV, tanto nacional e como internacionalmente (pesquisa essa inscrita no âmbito de um Projeto Universal CNPq).

### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — Brasil (402462/2021-1) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (processos: 88887.373148/2019-00;88882.345361/2019-01; 88887.612009/2021-00)

### REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T. Twenty Years of Green Chemistry. **Chemical & Engineering News Archive**, v. 89, n. 26, p. 62–65, 2011. Disponível em: <<https://cen.acs.org/articles/89/i26/Twenty-Years-Green-Chemistry.html.html>>. Acesso em: 20 ago. 2022.

ANASTAS, P. T. Green Chemistry Next: Moving from Evolutionary to Revolutionary. **Aldrichimica Acta**, v. 48, n. 1, p. 3–4, 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/282376008\\_Green\\_chemistry\\_next\\_Moving\\_from\\_evolutionary\\_to\\_revolutionary\\_A\\_view\\_from\\_the\\_co-author\\_of\\_the\\_12\\_principles\\_of\\_green\\_chemistry](https://www.researchgate.net/publication/282376008_Green_chemistry_next_Moving_from_evolutionary_to_revolutionary_A_view_from_the_co-author_of_the_12_principles_of_green_chemistry)>. Acesso em: 20 jul. 2022.

ANASTAS, P. T.; LEVY, I. J.; PARENT, K. E.; AMERICAN CHEMICAL SOCIETY; DIVISION OF CHEMICAL EDUCATION. **Green chemistry education: changing the course of chemistry**. Washington, DC; New York: American Chemical Society; Distributed by Oxford University Press, 2009.

ARAÚJO-JORGE, T. C. (Coord.). **Considerações sobre Classificação de Periódicos: área de ensino**. Brasília: Ministério da Educação, 2017.

CANN, M. C. Greening the Chemistry Lecture Curriculum: Now is the Time to Infuse Existing Mainstream Textbooks with Green Chemistry. Em: ANASTAS, P. T.; LEVY, I. J.; PARENT, K. E. **Green Chemistry Education: Changing the Course of Chemistry**. ACS Symposium Series. Washington, DC: American Chemical Society, 2009. p. 93–102.

CHEN, M.; JERONEN, E.; WANG, A. What Lies Behind Teaching and Learning Green Chemistry to Promote Sustainability Education? A Literature Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 21, p. 7876, 27 out. 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1660-4601/17/21/7876>>. Acesso em: 5 mar. 2022.

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 Portuguesa de Química**, v. 109, p. 47–51, 1 jun. 2008. Disponível em: <[http://educa.fc.up.pt/ARTIGOS/BSPQ\\_109\\_2008.pdf](http://educa.fc.up.pt/ARTIGOS/BSPQ_109_2008.pdf)>. Acesso em: 15 jun. 2022.

EILKS, I.; ZUIN, V. G. Editorial Overview: Green and Sustainable Chemistry Education (GSCE): Lessons to Be Learnt for a Safer, Healthier and Fairer World Today and Tomorrow. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 13, p. A4–A6, out. 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452223618300907?via%3Dihub>>. Acesso em: 25 jul. 2022.

FERK SAVEC, V.; MLINAREC, K. Experimental Work in Science Education from Green Chemistry Perspectives: A Systematic Literature Review Using PRISMA. **Sustainability**, v. 13, n. 23, p. 12977, 23 nov. 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/23/12977>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2009.

HAACK, J. A.; HUTCHISON, J. E. Green Chemistry Education: 25 Years of Progress and 25 Years Ahead. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 4, n. 11, p. 5889–5896, nov. 2016. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssuschemeng.6b02069>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

HARZING, A. W. **Publish or Perish**. Versão 8.4.4041. Londres: Harzing.com, 2007. Disponível em: <<https://harzing.com>>. Acesso em: 28 ago. 2022.

MARCELINO, L. V. **Os Tipos de Racionalidade na Química Verde e suas Relações com o Ensino**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

MARCELINO, L. V.; SJÖSTRÖM, J.; MARQUES, C. A. Socio-Problematization of Green Chemistry: Enriching Systems Thinking and Social Sustainability by Education. **Sustainability**, v. 11, n. 24, p. 7123, 12 dez. 2019. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/337992556\\_Socio-Problematization\\_of\\_Green\\_Chemistry\\_Enriching\\_Systems\\_Thinking\\_and\\_Social\\_Sustainability\\_by\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/337992556_Socio-Problematization_of_Green_Chemistry_Enriching_Systems_Thinking_and_Social_Sustainability_by_Education)>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 17, n. 1, p. 19–43, 2018.

Disponível em: <[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC\\_17\\_1\\_2\\_ex1093.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_1_2_ex1093.pdf)>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. An Integrated Vision of the Green Chemistry Evolution along 25 Years. **Foundations of Chemistry**, v. 23, p. 299–328, 18 jun. 2021. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s10698-021-09396-6>>. Acesso em: 02 ago. 2022.

MARQUES, C. A.; MARCELINO, L. V.; DIAS, É.; RÜNTZEL, P.; SOUZA, L.; MACHADO, A. Green Chemistry Teaching for Sustainability in Papers Published by the Journal of Chemical Education. **Química Nova**, v. 43, n. 10, p. 1510–1521, 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/hccH6GxXJTgT5FNL8Tf9dkB/?lang=en>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. D. C. **Análise Textual Discursiva**. 3 ed., Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

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. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.297.5582.807>>. Acesso em: 12 ago. 2022.

QUADRELLI, E. A. 25 Years of Energy and Green Chemistry: Saving, Storing, Distributing and Using Energy Responsibly. **Green Chemistry**, v. 18, n. 2, p. 328–330, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/289676497\\_25\\_years\\_of\\_energy\\_and\\_green\\_chemistry\\_Saving\\_storing\\_distributing\\_and\\_using\\_energy\\_responsibly](https://www.researchgate.net/publication/289676497_25_years_of_energy_and_green_chemistry_Saving_storing_distributing_and_using_energy_responsibly)>. Acesso em: 16 ago. 2022.

RASTON, C. My vision for Green Chemistry. **Green Chemistry**, v. 5, n. 2, p. G13, 8 abr. 2003. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2003/gc/b302755h>>. Acesso em: 04 ago. 2022.

ROLOFF, F. B. **A circulação de conhecimentos em química verde em teses e dissertações: implicações ao seu ensino e à formação de professores de química**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência & Educação**. Bauru, SP, v. 22, n. 2, p. 371-389, 2016. Disponível em: <<http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v22n2/1516-7313-ciedu-22-02-0371.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SJÖSTRÖM, J.; TALANQUER, V. Humanizing Chemistry Education: From Simple Contextualization to Multifaceted Problematization. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1125–1131, 12 ago. 2014. Disponível em: <<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed5000718>>. Acesso em: 03 ago. 2022.

SJÖSTRÖM, J.; TALANQUER, V. Eco-reflexive chemical thinking and action. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, Reuse and Recycling / UN SGDs: How can Sustainable Chemistry Contribute? / Green Chemistry in Education. v. 13, p. 16–20, 1 out. 2018. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/323638225\\_Eco-reflexive\\_chemical\\_thinking\\_and\\_action](https://www.researchgate.net/publication/323638225_Eco-reflexive_chemical_thinking_and_action)>. Acesso em: 01 ago. 2022.

TORRES-SALINAS, D.; RUIZ PÉREZ, R. LÓPEZ-COZAR, E. D. Google Scholar como herramienta para la evaluación científica. **El profesional de la información**, v. 18, n. 5, p. 501-510, 2009. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3100978>. Acesso em: 25 ago. 2022.

VOORHEES, K., HUTCHINSON, J. E.: Green chemistry education roadmap charts the path ahead. **Chemical & Engineering News**, v. 93, n. 38, p. 46, 2015. Disponível em: <<https://cen.acs.org/articles/93/i38/Green-Chemistry-Education-Roadmap-Charts.html>>. Acesso em: 16 ago. 2022.

ZUIN, V. G.; MAMMINO, L. (ed.). **Worldwide trends in green chemistry education**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2015. 329 p.

ZUIN, V. G.; STAHL, A. M.; ZANOTTI, K.; SEGATTO, M. L. Green and Sustainable Chemistry in Latin America: Which Type of Research Is Going on? And for What? **Current Opinion in Green and**



**Sustainable Chemistry**, v. 25, p. 100379, 1 out. 2020. Disponível em:  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452223620300687?via%3Dihub>>. Acesso em:  
05 ago. 2022.