

A QUÍMICA VERDE COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM NO BRASIL

“GREEN CHEMISTRY” AS A STRATEGY FOR TEACHING AND LEARNING IN BRAZIL

¹NARDOTTO, R. S.

¹Docente do Curso de Ciências biológicas –Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos. Unifio/FEMM

RESUMO

Preocupações do quanto de tecnologia limpa ou quais processos químicos ambientalmente benignos podem ser realizados, passaram a ser fomentados, assim esta ideia de grande relevância reverberou não somente na conduta das empresas, governos e sociedade de consumo como também ao ensino e aprendizagem de Química. Com o objetivo de analisar a produção científica referente ao ensino e estratégias para aprendizagem com o apoio no conceito de Química Verde (QV). Foi realizado e proposto uma Revisão Sistemática de Literatura de Kitchenham *et al.*; Pai *et al.* (2004), no período de 2002 a 2018 nos repositórios de pesquisa da CAPES e revistas periódicas da plataforma Sucupira. Os critérios observados foram se os artigos estavam classificados apenas em periódicos Qualis (A1 e A2), pertencentes à língua portuguesa incluídos às áreas de conhecimento de Ensino e de Educação. As questões problemas foram propostas com a finalidade de exibir o quadro brasileiro mediante a Química Verde (QV), e/ou aplicação deste conceito como metodologia de ensino de química no processo de aprendizagem. A pesquisa realizada na plataforma Sucupira Qualis Revistas no quadriênio 2013-2016, em que todos os títulos eram de língua portuguesa, foram reportados 942 trabalhos nas revistas e 181 nos periódicos CAPES, ainda foi necessário a observação de textos em língua espanhola e língua inglesa, resultando em um total final de 22 trabalhos. Acerca disso conclui-se que, é notória a carência de desenvolvimentos de estratégias e encaminhamentos com alternativas sustentáveis, pois apenas 1,95% dos casos identificados contemplavam os requisitos questionados. Desse modo, encaminhamentos futuros, tenciona-se desenvolver novas sequências didáticas a fim de auxiliar o árduo trabalho do professor e de propor expectativas significativas de aprendizagem.

Palavras-chave: Estratégia Alternativa de Ensino. Química Verde. Revisão Sistemática.

ABSTRACT

Concerns about how much clean technology or environmentally benign chemical processes can be carried out, are being promoted, so this idea of great relevance reverberated not only in the conduct of companies, governments and consumer society but also to the teaching and learning of Chemistry. With the objective of analyzing the scientific production regarding teaching and strategies for learning with the support in the concept of Green Chemistry (QV). A Systematic Review of Literature was carried out and proposed by Kitchenham *et al.*; Pai *et al.* (2004), in the period from 2002 to 2018 in the CAPES research repositories and periodicals of the Sucupira platform. The observed criteria were if the articles were classified only in Qualis (A1 and A2) periodicals, belonging to the Portuguese language included in the areas of knowledge of Education and Education. The problems questions were proposed with the purpose of displaying the Brazilian framework through Green Chemistry (QV), and / or application of this concept as methodology of teaching chemistry in the learning process. The research carried out on the Sucupira Qualis Revistas platform in the quadriennium 2013-2016, in which all the titles were Portuguese, 942 papers were reported in the journals and 181 in the CAPES journals, it was still necessary to observe texts in Spanish and English, resulting in a final total of 22 papers. We conclude that the lack of development of strategies and referrals with sustainable alternatives is notorious, since only 1.95% of the cases identified contemplated the requisite requirements. In this way, future referrals, it is planned to develop new didactic sequences in order to help the hard work of the teacher and to propose significant expectations of learning.

Keywords: Alternative Teaching Strategy. Green Chemistry. Systematic Review.

INTRODUÇÃO

Atualmente têm-se uma preocupação relevante com os processos industriais penosos ao meio ambiente e ao ecossistema humano. Esta ideia de grande relevância reverberou não somente na conduta das empresas, governos e sociedade de consumo bem como ao ensino e aprendizagem de Química.

As preocupações do quanto de tecnologia limpa, prevenção de fonte primária ou processos químicos ambientalmente benignos podem ser realizados, passaram a serem fomentados por linhas de créditos e certificações de produção como a ISO (International Organization for Standardization, ou Organização Internacional para Padronização), agregando inclusive valoração econômica e isenções fiscais à produtos e serviços ao redor do mundo.

Assim conforme a demanda globalizada forçava uma resposta positiva da sociedade e do mercado. Neste sentido, a forma de ensinar teve sua atualização acompanhada por essa inquietude ambiental, inclusive o modo de aprender previa uma ancoragem substancial de uma Química associada ao objetivo cada vez mais solicitado pelo homem moderno.

Desse modo, a comunidade acadêmica, desde 1997 com a adoção do termo “*Green Chemistry*” pela IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry) vem por meio de livros, literatura relativa à Química Verde (Q.V.), periódicos e publicação direta na internet produzindo grande repertório de pesquisas ao tema em variadas aplicabilidades.

Diante do exposto, sentiu-se a real necessidade de organizar uma revisão sistemática de literatura com o objetivo de analisar a produção científica referente ao ensino e estratégias para aprendizagem com o apoio no conceito de Química Verde (QV). Para isso foram pesquisados trabalhos publicados de 2002 a 2018 nos repositórios de pesquisa da CAPES e revistas de classificação Qualis A1 e A2, por serem os principais canais de divulgação científica na área de ensino e de educação no Brasil e no mundo.

Os princípios da Química Verde foram apresentados segundo a literatura por Anastas e Warner no início da década de 90, seguido dos autores (ANASTAS e WERNER 1998; ANASTAS e KIRCHHOFF, 2002; TROST, 1995; PRADO, 2003; LENARDÃO et al., 2003; CORRÊA e ZUIN, 2009; SAQUETO, 2015) como amparo para sua aplicação inclusive.

Segundo Lenardão (2003 p. 1), Química Verde é um conceito recente de primeiros ensaios em meados de 1991 com a agência ambiental norte-americana EPA (“Environmental Protection Agency”) criando uma linha de crédito de fomento para pesquisas que visavam rotas alternativas para a prevenção da poluição em processos químicos industriais de reações sintéticas. Em seguida, 1993, a Itália iniciou um incentivo de mesma denominação com o Consórcio Universitário Química para o Ambiente (INCA), do mesmo modo, em 1995 e 1997 respectivamente, os Estados Unidos da América, cria o “The Presidential Green Chemistry Challenge” ou apenas (“PGCC”) e o “Green Chemistry Institute” (GCI), que atualmente atua em parceria com a Sociedade Americana de Química (American Chemical Society,ACS).

Ambos (“PGCC”) e (GCI), tem objetivo de estímulo de desenvolvimento científico de pesquisa visando a harmonia da Química com o meio ambiente, premiando trabalhos científicos inovadores em categorias relacionadas ao desenvolvimento da Química alternativa sustentável (LENARDÃO, 2003 p. 2).

Em 1997, a Sociedade Americana de Química juntamente com a IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry) promove a primeira conferência internacional em “Green Chemistry” (SERRÃO; SILVA,2010 p. 5).

A Química Verde tem seus princípios conceituais unificados (pilares) propostos pelos autores Paul Anastas e John Warner, (1998 - Green Chemistry Theory and Practice), desse modo em Veneza, setembro de 2001, o Sub-Comitê Interdivisional de “Green Chemistry” realiza o primeiro *workshop* sobre educação em química verde (SERRÃO; SILVA,2010).

Neste passo, de maneira plural, a Química Verde (Q.V.) vem influenciando as didáticas específicas de pesquisa dos químicos, com um desenvolvimento promissor no Brasil.

Nesse sentido, os parâmetros curriculares nacionais para o ensino de Química, vêm apresentar uma forte influência construtivista, inclusiva do desenvolvimento de competências e da interdisciplinaridade como encaminhamentos metodológicos adequados.

No trabalho docente do desenvolvimento das habilidades necessárias ao estudante de Ensino Médio, a (Q.V.) é fundamental como instrumento de aplicação das ciências naturais suas transformações e suas implicações sociais correlacionadas à realidade vivida pelo aluno, orientando o professor a buscar

estratégias alternativas para atender um público alvo cada vez mais exigente de aplicabilidades.

“Em um primeiro momento, utilizando-se a vivência dos alunos e os fatos do dia-a-dia, a tradição cultural, a mídia e a vida escolar, busca-se reconstruir os conhecimentos químicos que permitiriam refazer essas leituras de mundo, agora com fundamentação também na ciência. Buscam-se, enfim, mudanças conceituais. Nessa etapa, desenvolvem-se “ferramentas químicas” mais apropriadas para estabelecer ligações com outros campos do conhecimento. É o início da interdisciplinaridade. O conteúdo a ser abordado, nessa fase, deve proporcionar um entendimento amplo acerca da transformação química, envolvendo inicialmente seu reconhecimento qualitativo e suas inter-relações com massa, energia e tempo. Esse reconhecimento deve levar em conta, inicialmente, os produtos formados, sua extensão total, para, depois, considerar também a coexistência de reagentes e produtos, sua extensão variável e o equilíbrio químico.” (PCN-Conhecimentos de Química, p. 33, 1999).

Conseqüentemente, a necessidade de inovação e desenvolvimento de estratégias sustentáveis facilitadoras do processo de ensino e de aprendizagem passa pela interdisciplinaridade e pela utilização de conceitos qualitativos na interação de variadas formas demonstrativas ao aluno.

Segundo Anastas (2003), “Um ponto importante, muitas vezes esquecido, é que o conceito de desperdício é humano”. Apesar, da relevante preocupação com a variabilidade demonstrativa ao aluno, pouco se tem desenvolvido na conscientização de conceitos ambientais agregados aos conceitos clássicos de química, quer sejam na formação de profissionais educadores, quer seja no ensino básico, conforme ainda são escassos os relatos de aulas adaptadas para o ensino experimental de química verde ou química sustentável.

No Brasil o grupo de pesquisa Síntese Orgânica Limpa do Instituto de Química e Geociências da Universidade Federal de Pelotas no Rio Grande do Sul iniciou os estudos e divulgações a respeito Química Verde, em seu portal (www.ufpel.tche.br/iqg/wwverde), e em meados de 2006, professores do I.Q. (Instituto de Química da USP) criam a primeira escola de Química Verde (SERRÃO; SILVA, 2010).

Segundo Corrêa & Zuin (2009), uma reação química ideal está pautada no princípio da eficiência energética, portanto, ocorrendo à temperatura e pressão ambientes, diminuindo a energia gasta durante o processo e danos ao meio ambiente. Desse modo, em novembro de 2007, ocorre o primeiro workshop brasileiro acerca da (Q.V.) em Fortaleza (CE), anunciando a criação da Rede

Brasileira de Química Verde, para a promoção das inovações tecnológicas para empresas nacionais com apoio da comunidade acadêmica e agências governamentais.

METODOLOGIA

O encaminhamento metodológico desta pesquisa fundamentou-se na Revisão Sistemática de Literatura de Kitchenham *et al.*; Pai *et al.* (2004), esse propósito é sintetizar a evidência, identificando, avaliando e interpretando todas as pesquisas pertinentes em relação a um tema ou assunto específico e respondendo a um núcleo de forma clara e direta, em relação a um critério definido e imparcial. Há de se revelar que para esse excerto foram adaptadas algumas das etapas da pesquisa, da propositura de Kitchenham (2004).

A identificação da necessidade de uma revisão e desenvolvimento de um protocolo de revisão para as propostas de pesquisa deste trabalho sustentam a relevância de se discutir as estratégias didáticas sustentáveis em sala de aula, no ensino de conceitos científicos de Química. Objetivando uma proposta para ensinar conceitos químicos tendo como aporte a Química Verde. Essa revisão foi estruturada mediante critérios de inclusão, exclusão e interpretação dos dados encontrados com as seguintes perguntas: **Q1:** Quais as publicações a respeito do conceito de Química Verde? **Q2:** Dentre as publicações apresentadas quais são de restrita área de conhecimento de ensino e educação? **Q3:** Quais as publicações que apresentam estratégias sustentáveis abordando o conceito de química verde?

Os critérios utilizados para fins de inclusão foi observar se os artigos estavam classificados apenas em periódicos Qualis (A1 e A2), pertencentes à língua portuguesa incluídos às áreas de conhecimento de Ensino e de Educação. Já os critérios de exclusão foram os que, então fossem da temática da Química Verde, mas pertencentes às áreas de conhecimento consideradas da ciência pura ou aplicada, portanto, sem que mostrassem nenhuma didática ou encaminhamento passível de ser empregado em sala de aula. Aqui ainda cumpre assinalar que, ao examinar as plataformas de dados de pesquisa foram reportados resultados buscas muito limitados, em língua portuguesa, em que ainda observados os resultados de língua espanhola e língua inglesa, expostos a seguir e na seção de apêndice.

Essas questões problemas foram propostas com a finalidade de exibir o quadro Brasileiro mediante a Química Verde (QV), e/ou aplicação deste conceito

como metodologia de ensino de química no processo de aprendizagem. Em virtude disso, para abranger as perguntas direcionadas por esta pesquisa, os dados indicados foram observados em duas plataformas: a primeira pesquisa foi no Banco de Teses e Dissertações da CAPES e a segunda pesquisa visou identificar os periódicos que estão no índice restrito da área de Ensino e Educação (A1, A2) na plataforma Sucupira. A seleção dos periódicos de revistas foi feita por meio do site Periódicos CAPES – Quadriênio 2013-2016; o período aceito de busca foi de 2002 a julho de 2018; teve como critério de inclusão a leitura dos títulos em que houvesse a palavra “Química Verde”, todas as pesquisas foram feitas levando-se em consideração o título do trabalho, as palavras chave e os resumos, nas duas plataformas, e assim, indicando as produções científicas que mostravam o uso deste conceito em seu contexto. Os critérios de exclusão, como já citados anteriormente, foram as publicações que não eram de cunho pedagógico aplicável em sala de aula.

Aqui se faz justo salientar que, durante a pesquisa dos dados observou-se a real necessidade da ampliação do espectro de busca na questão temporal, devido à recente concepção da proposta da Química Verde (QV) por se tratar de um conceito inovador e recente como teoria sustentável, ainda há muito por se desenvolver.

Na etapa seguinte, seleção de estudos primários, foi aplicado o mesmo protocolo proposto pela autora Kitchenham (2004). Os trabalhos selecionados foram os quais que apresentavam a palavra-chave “Química Verde”. Durante essa seleção, identificou-se nos títulos quais continham e ainda se havia palavra vinculada à temática de ensino e/ou educação; assim, procurou-se identificar quais estratégias estão sendo utilizadas na abordagem deste tema em sala de aula.

Findada esta etapa, realizou-se a leitura dos resumos, assim descartando os excludentes artigos que não tratavam da temática com aporte pedagógico aplicável em sala.

Para compreender-se melhor o processo, é necessário esclarecer que, na busca por periódicos CAPES, da plataforma Sucupira, estrita pela área de avaliação de Ensino, o algoritmo reportava apenas um único periódico (EDUCACIÓN QUÍMICA) e para Educação apenas mais um único (QUÍMICA NOVA), em que os dois registros com a inclusão proposta (A1 e A2), respectivamente. Nesse sentido, foi necessária ampliação da busca por todas as áreas de avaliação possíveis e reconhecidas pela CAPES, baseando em uma estratégia de busca definida que visava detectar o máximo de literatura relevante possível.

Nas etapas, Estudo da avaliação de qualidade e a Extração e monitorização de dados, foram feitas as leituras e anotações de forma tabeladas, de maneira que pudesse descrever com maior confiabilidade possível as informações dos trabalhos relevantes a respeito do tema e assim apresentados em síntese a seguir. Ressaltando ainda que esses dados podem apresentar alteração caso acessados em momento posterior ao dessa referida busca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira pesquisa realizada foi na plataforma Sucupira Qualis Revistas no quadriênio 2013-2016, com classificação A1 e A2, em que todos os títulos eram de língua portuguesa, porém o algoritmo ao pesquisar pela palavra chave “Química Verde” não pode ser localizado inicialmente títulos de periódicos A1 em língua portuguesa, por isso foi necessária inclusão de títulos de revistas em outras línguas Espanhol e Inglês. Essas informações buscam responder de forma completa e direta a questão: **Q1:** Quais as publicações a respeito do conceito de Química Verde? Os resultados encontrados foram:

Quadro 1. Resultados de todos os periódicos CAPES – Em língua portuguesa.

ISSN	TÍTULO	ÁREA DE AVALIAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
0100-4042	QUIMICA NOVA	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	A2
0100-4042	QUÍMICA NOVA	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	A2
0100-4042	QUÍMICA NOVA	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	A2
0100-4042	QUÍMICA NOVA (IMPRESSO)	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	A2
1678-7064	QUÍMICA NOVA (ONLINE)	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	A2
0100-4042	QUÍMICA NOVA	EDUCAÇÃO	A2
0100-4042	QUÍMICA NOVA (IMPRESSO)	EDUCAÇÃO	A2
1678-7064	QUÍMICA NOVA (ONLINE)	EDUCAÇÃO	A2
1984-6835	REVISTA VIRTUAL DE QUÍMICA	PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL / DEMOGRAFIA	A2

A seguir, apresenta-se os títulos encontrados em língua inglesa e língua espanhola.

Quadro 2. Resultados de todos os periódicos CAPES – Espanhol e Inglês.

ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
0187-893X	EDUCACIÓN QUÍMICA	ENSINO	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	ASTRONOMIA / FÍSICA	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	BIOTECNOLOGIA	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	CIÊNCIA DE ALIMENTOS	A2
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS I	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS II	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY	ENGENHARIAS II	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	ENGENHARIAS II	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	ENGENHARIAS IV	A2
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	FARMÁCIA	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	INTERDISCIPLINAR	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	MATERIAIS	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	MEDICINA II	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	MEDICINA VETERINÁRIA	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY	QUÍMICA	A1
1463-9262	GREEN CHEMISTRY (PRINT)	QUÍMICA	A1

Para um melhor esclarecimento seguem-se em apêndice os dados encontrados com títulos de periódicos encontrados na língua inglesa, porém que não contemplam a pesquisa aqui proposta. Os títulos encontrados em revistas que continham publicações com a palavra chave “Química Verde” foram localizados incluindo todas as áreas de avaliação possíveis da plataforma a fim de obter um espectro amplo o suficiente para a análise completa. Excluídas as áreas de avaliação em que não contemplavam o interesse desta referida pesquisa, assim como os títulos impressos (assinalados na tabela 1) que não foram possíveis os acessos, objetivando responder à questão: **Q2:** Dentre as publicações apresentadas quais são de restrita área de conhecimento de ensino e educação? Os periódicos encontrados foram conforme a seguir.

Quadro 3. Periódicos de produção relativa ao foco da pesquisa

ISSN	TÍTULO	ÁREA DE AVALIAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
0187-893X	EDUCACIÓN QUÍMICA	ENSINO	A1
0100-4042	QUÍMICA NOVA	EDUCAÇÃO	A2
1678-7064	QUÍMICA NOVA (ONLINE)	EDUCAÇÃO	A2

Os artigos que tratavam de outras aplicações foram considerados como encaminhamentos de outras áreas de conhecimento e devido a isto excluídos da análise. Realizadas as devidas buscas em cada uma das revistas propostas, foram encontrados 19 trabalhos na revista *Educación Química* (Espanhol) e **942 trabalhos nas revistas e 181 nos periódicos CAPES**, que contemplavam a palavra chave (Química Verde) em seus títulos.

Quadro 4. O número de trabalhos relacionados na busca

ISSN	TÍTULO	ÁREA DE AVALIAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS COM A PALAVRA CHAVE: QUÍMICA VERDE
0187-893X	EDUCACIÓN QUÍMICA	ENSINO	A1	19 TRABALHOS
0100-4042	QUÍMICA NOVA	EDUCAÇÃO	A2	942 TRABALHOS (ON LINE - AS VERSÕES IMPRESSAS NÃO FORAM POSSÍVEL ACESSO)
1678-7064	QUÍMICA NOVA (ONLINE)	EDUCAÇÃO	A2	

Os títulos encontrados com a menção do conceito de Química Verde (QV), muitos eram de produção da química pura ou a química pura aplicada à processos de desenvolvimento industrial de sustentabilidade, mas não de cunho acadêmico pedagógico, como estratégias ou encaminhamentos metodológicos de ensino de química. Realizada a devida leitura e separação dos dados restaram apenas 22 trabalhos que desenvolviam conceitos de química verde, com caráter pedagógico excluídos os de língua diferente da portuguesa. Observou-se ainda que, um artigo se trata de uma breve revisão da produção brasileira a respeito de alguns pilares da química verde e outro também retratando um encaminhamento de revisão, porém acerca do ensino superior e no período de 1980 e 2007, conforme apresenta-se a seguir.

Quadro 5. Artigos selecionados

Nº	Título do trabalho	Revista	Autor / Ano
01	QUÍMICA VERDE, OS DESAFIOS DA QUÍMICA DO NOVO MILÊNIO	Quim. Nova, Vol. 26, No. 5, 738-744, 2003	Alexandre G. S. Prado
02	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E QUÍMICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 28, No. 1, 103-110, 2005	Flavia Martins da Silva, Paulo Sérgio Bergo de Lacerda e Joel Jones Junior
03	“GREEN CHEMISTRY” – OS 12 PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE E SUA INSERÇÃO NAS ATIVIDADES DE ENSINO E PESQUISA	Quim. Nova, Vol. 26, No. 1, 123-129, 2003	Eder João Lenardão; Rogério Antônio Freitag; Miguel J. Dabdoub e Antônio C. Ferreira Batista; Cláudio da Cruz Silveira
04	RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA: RECUPERAÇÃO E CADASTRAMENTO DE RESÍDUOS DOS LABORATÓRIOS DE GRADUAÇÃO DO INSTITUTO DE QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	Quim. Nova, Vol. 24, No. 3, 419-423, 2001	Suzana T. Amaral, Patrícia F. L. Machado, Maria do Carmo R. Peralba, Maria Regina Camara, Tatiana dos Santos, Ana Lúcia Berleze, Humberto Luciano Falcão, Marcia Martinelli, Reinaldo S. Gonçalves, Eduardo R. de Oliveira, Jorge L. Brasil, Marco Aurélio de Araújo e Antonio Cesar A. Borges.
05	RELATO DE UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA: FORMAÇÃO PROFISSIONAL COM RESPONSABILIDADE AMBIENTAL	Quim. Nova, Vol. 26, No. 4, 582-584, 2003	Daniela Gonçalves de Abreu e Yassuko Iamamoto
06	DA GÊNESE AO ENSINO DA QUÍMICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 34, No. 3, 535-543, 2011	Adélio A. S. C. Machado
07	VINTE ANOS DE QUÍMICA VERDE: CONQUISTAS E DESAFIOS	Quim. Nova, Vol. 34, No. 6, 1089-1093, 2011	Luciana A. Farias; Déborah I. T. Fávoro
08	A PROBLEMATIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA EDUCAÇÃO SUPERIOR EM QUÍMICA: UMA PESQUISA COM PRODUÇÕES TEXTUAIS DOCENTES	Quim. Nova, Vol. 34, No. 5, 899-904, 2011	Fábio Peres Gonçalves; Carlos Aberto Marques
09	FRACIONAMENTO DE POLIFOSFATO DE SÓDIO E CARACTERIZAÇÃO POR RMN DE 31P: UM EXPERIMENTO PARA AULAS DE FÍSICO-QUÍMICA	Quim. Nova, Vol. 33, No. 9, 1991-1995, 2010	Emília Celma de Oliveira Lima, Glaucia Braz Alcantara e Fernando Cruvinel Damasceno; José Machado Moita Neto; Fernando Galembeck
10	RESOLUÇÃO DO IBUPROFENO: UM PROJETO PARA DISCIPLINA DE QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL	Quim. Nova, Vol. 35, No. 8, 1680-1685, 2012	Adriano L. Romero, Lúcia H. B. Baptistella, Fernando Coelho e Paulo M. Imamura

11	SÍNTESE E HIDRÓLISE DE AZALACTONAS DE ERLLENMEYER-PLÖCHL MEDIADAS POR RADIAÇÃO MICRO-ONDAS EM APARELHOS DOMÉSTICO E DEDICADO: EXPERIMENTOS DE QUÍMICA ORGÂNICA PARA A GRADUAÇÃO	Quim. Nova, Vol. 36, No. 1, 190-194, 2013	Silvio Cunha, Raimundo Francisco dos Santos Filho e Valéria Belli Riatto; Glauber Antonio Albuquerque Dourado
12	DOS PRIMEIROS AOS SEGUNDOS DOZE PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 35, No. 6, 1250-1259, 2012	Adélio A. S. C. Machado
13	REAÇÕES MULTICOMPONENTES DE BIGINELLI E DE MANNICH NAS AULAS DE QUÍMICA ORGÂNICA EXPERIMENTAL. UMA ABORDAGEM DIDÁTICA DE CONCEITOS DA QUÍMICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 35, No. 8, 1696-1699, 2012	Marcelo Volpatto Marques, Tula Beck Bisol e Marcus Mandolesi Sá
14	BIOMASSA EM AULA PRÁTICA DE QUÍMICA ORGÂNICA VERDE: CRAVO-DA-ÍNDIA COMO FONTE SIMULTÂNEA DE ÓLEO ESSENCIAL E DE FURFURAL	Quim. Nova, Vol. 35, No. 3, 638-641, 2012	Silvio Cunha, Danilo Machado Lustosa e Nathan Dias Conceição; Miguel Fascio e Vinícius Magalhães
15	SÍNTESE DA EPOXONE A PARTIR DE D-FRUTOSE. UM EXPERIMENTO DIDÁTICO EM LABORATÓRIO DE QUÍMICA ORGÂNICA COM FOCO NOS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 35, No. 6, 1260-1263, 2012	Tula Beck Bisol, Marcelo Volpatto Marques, Thaís Andreia Rossa, Maria da Graça Nascimento e Marcus Mandolesi Sá
16	ARGILAS COMO CATALISADORES VERDES NA ESTERIFICAÇÃO DO COLESTEROL. CARACTERIZAÇÃO ESPECTROSCÓPICA E IDENTIFICAÇÃO DE POLIMORFOS POR MÉTODOS DE ANÁLISE TÉRMICA. UMA PROPOSTA LABORATORIAL INTERDISCIPLINAR PARA O 1º CICLO UNIVERSITÁRIO	Quim. Nova, Vol. 32, No. 8, 2225-2229, 2009	Teresa M. R. Maria, Rui M. D. Nunes, Mariette M. Pereira e M. Ermelinda S. Eusébio
17	VALIDAÇÃO DE MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS DE ANÁLISE – UM EXPERIMENTO DE FÁCIL APLICAÇÃO UTILIZANDO CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (CLAE) E OS PRINCÍPIOS DA “QUÍMICA VERDE” NA DETERMINAÇÃO DE METILXANTINAS EM BEBIDAS	Quim. Nova, Vol. 32, No. 9, 2476-2481, 2009	Nádia Machado de Aragão; Márcia Cristina da Cunha Veloso; Jailson Bittencourt de Andrade
18	A gestão de resíduos de laboratório na visão de alunos de um curso de graduação de química e áreas afins	Quim. Nova, Vol. 31, No. 7, 1892-1897, 2008	Zélia Therezinha Custódio Leite, Sarai de Alcantara e Júlio Carlos Afonso

19	QUÍMICA VERDE, OS DESAFIOS DA QUÍMICA DO NOVO MILÊNIO	Quim. Nova, Vol. 26, No. 5, 738-744, 2003	Alexandre G. S. Prado
20	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E QUÍMICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 28, No. 1, 103-110, 2005	Flavia Martins da Silva, Paulo Sérgio Bergo de Lacerda e Joel Jones Junior
21	IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA DA VIA DE SÍNTESE EM QUÍMICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 34, No. 7, 1291-1297, 2011	Adélio A. S. C. Machado
22	CONDENSAÇÃO DE KNOEVENAGEL DE ALDEÍDOS AROMÁTICOS COM O ÁCIDO DE MELDRUM EM ÁGUA: UMA AULA EXPERIMENTAL DE QUÍMICA ORGÂNICA VERDE	Quim. Nova, Vol. 35, No. 3, 642-647, 2012	Silvio Cunha e Lourenço Luís Botelho de Santana

É possível observar que em termos quantitativos, este resultado levou em conta a distribuição dos trabalhos em características quanto ao título, resumo e palavras-chave, analisando 1123 artigos, dos quais apenas 22, ou seja, 1,95% (menos de dois por cento) abordam a temática do ensino de química por meio dos pilares da Química Verde. Na sequência, segue a análise de alguns dos citados anteriormente.

- Prado (2003), trabalha a prática de uma química amiga do ambiente é apresentada para melhorar a economia da química na fabricação e para melhorar a imagem muito manchada da química apresentando as possibilidades de aplicação nas explicações de conceitos clássicos com exemplos do cotidiano.

- Lenardão (2003), neste artigo o autor discute os fundamentos da química verde, além de um breve histórico sobre seu surgimento e desenvolvimento, mostrando ainda aplicações no ensino e na pesquisa básica em química.

- Afonso (2008), realiza um estudo a respeito do perfil dos alunos antes e depois de trabalhar no curso “Laboratório Tratamento de Resíduos Químicos” na Universidade Federal do Rio de Janeiro, assim como, também descreve a estrutura do curso da UFRJ. Embora os alunos tenham demonstrado uma experiência anterior crescente em gerenciamento de resíduos, apresentam dificuldades no quesito à descarte e legislação ambiental.

- Maria (2009), propõe um experimento para laboratório interdisciplinar para os alunos do 3º ano das licenciaturas em Química e em Química Industrial na Faculdade do Porto em Portugal.

- Sá (2012), exhibe e trabalha o conceito introdutório da teoria de Mannich e Biginelli com reações multicomponentes em um curso prático de Química Orgânica. Os Procedimentos descritos na literatura foram necessárias adaptações para uso disponíveis em laboratórios de graduação com base nos princípios da química verde.

- Gonçalves (2011), promove um encaminhamento de uma revisão epistemológica e ambiental focada apenas acerca da experimentação em sala de aula no ensino superior, por professores de Química. Investigando formas e destacando características metodológicas relevantes que podem ser incorporadas em experimentos. Com base na análise das sugestões para novas pesquisas.

Os autores analisaram artigos, publicados entre 1980 e 2007, com propostas de experimentos da seção Educação da revista Química Nova. O objetivo da seção era divulgar artigos de pesquisa em ensino de Química e propostas educacionais em Química, para a graduação e pós-graduação. Entre os critérios adotados pelos autores na escolha das propostas de experimentos divulgadas na Química Nova foi a qualidade desse periódico, avaliada e atestada por órgãos como a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Desse modo, a questão **Q3: “Quais as publicações que apresentam estratégias sustentáveis abordando o conceito de química verde?”** foi respondida pela Tabela 4, onde a coluna (Nº) mostra a quantidade de artigos encontrados com estratégias de apresentação dos conceitos prévios em um contexto histórico ou mesmo de uma maneira com mais aplicação prática em sala de aula com turmas específicas.

Dentre as informações coletadas pode-se responder a **Q1: Quais as publicações a respeito do conceito de Química Verde?** Um percentual mais acentuado ao desenvolvimento de processos industriais e pesquisa pura 98,05% aproximadamente. Acerca da argumentação **Q2: Dentre as publicações apresentadas quais são de restrita área de conhecimento de ensino e educação?** Foram elencados apenas dois únicos periódicos, nos quais, somente um de língua portuguesa. A busca revelou ainda que a questão **Q3: Quais as publicações que apresentam estratégias sustentáveis abordando o conceito de química verde?** Esta questão até então está muito por se fazer, por isso é notório a carência de

desenvolvimentos de estratégias e encaminhamentos com alternativas sustentáveis, pois apenas 1,95% dos casos identificados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível com este trabalho, evidenciar a carência de pesquisas na área de Ensino acerca de metodologias de ensino de química voltadas para o conceito da química verde.

Segundo Paulo Freire “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino” (2001, p.32). É papel do ensino estimular a superação por meio do exercício da curiosidade instigando a observação, questionamentos, elaboração de hipóteses e principalmente capacitar o discente à produção, criar possibilidades, assim essa revisão tem como razão o fomento e a inquietação acerca da estratégia alternativa e utilização do conceito da química verde como encaminhamento metodológico.

A vista disso, pode-se aspirar que encaminhamentos futuros, tenciona-se desenvolver novas sequências didáticas a fim de auxiliar o árduo trabalho do professor e de propor expectativas significativas de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry Theory and Practice**. Oxford Univ Press Usa. 1998.

ANASTAS, P. T.; Zimmerman, J. B. Design of Through the 12 Principles GREEN Engineering. **ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY**. 2003. Acesso em:< <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es032373g>> Acesso em: 06 de jun. de 2018.

AFONSO, J. C.; LEITE, Z. T. C. L.; ALCÂNTARA, S. de. A gestão de resíduos de laboratório na visão de alunos de um curso de graduação de química e áreas afins. **Quim. Nova**, Vol. 31, No. 7, 1892-1897, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática**. Brasília –DF. 1999.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, A. G. Princípios Fundamentais da Química Verde. In: CORRÊA, A. G.; ZUIN, A. G. (Org.). **Química Verde: Fundamentos e Aplicações**. São Carlos: Edufscar, 2009.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A Problematização Das Atividades Experimentais Na Educação Superior Em Química: Uma Pesquisa Com Produções Textuais Docentes. **Quim. Nova**, v. 34, n. 5, p. 899-904, 2011.

KITCHENHAM, B. A. **Procedures for Performing Systematic Reviews**. Tech. Report TR/SE-0401, Keele University, 2014.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG R. A.; DABDOUB M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA C. C. "Green Chemistry" – Os 12 Princípios Da Química Verde E Sua Inserção Nas Atividades De Ensino E Pesquisa. **Quim. Nova**, v. 26, n.1, 123-129, 2003.

MARIA, T. M. R.; Rui M. D. N.; PEREIRA, M. M.; EUSÉBIO, M. E. S. **Argilas como catalisadores verdes na esterificação do colesterol**. CARACTERIZAÇÃO ESPECTROSCÓPICA E IDENTIFICAÇÃO DE POLIMORFOS POR MÉTODOS DE ANÁLISE TÉRMICA. UMA PROPOSTA LABORATORIAL INTERDISCIPLINAR PARA O 1º CICLO UNIVERSITÁRIO. **Quim. Nova**, v. 32, n. 8, p. 2225-2229, 2009.

PRADO, A. G. S. Química Verde, Os Desafios Da Química Do Novo Milênio. Revista **Química Nova**. v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

SÁ, M. M.; MARQUES, M. V., BISOL, T. B. Reações multicomponentes de biginelli e de mannich nas aulas de química orgânica experimental. Uma abordagem didática de conceitos da química verde. **Quim. Nova**, v. 35, n. 8, p. 1696-1699, 2012.

SERRÃO, C. R. G.; SILVA, M. D. B. A Química Verde presente nos artigos da Revista Química Nova: A divulgação científica dos últimos 10 anos. *In: Anais...* XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010.