



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DIRETORIA DE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA LICENCIATURA EAD

**POSSIBILIDADES NO ENSINO DE QUÍMICA VERDE NO ENSINO
MÉDIO**

Antonio Wildenbergue de Sousa Brito

Bom Jesus das Selvas – Ma

2022

ANTONIO WILDENBERGUE DE SOUSA BRITO

POSSIBILIDADES NO ENSINO DE QUÍMICA VERDE NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Magalhães Nascimento

BOM JESUS DAS SELVAS - MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sousa Brito, Antonio Wildenbergue de.
Possibilidades no Ensino de Química Verde no Ensino Médio / Antonio
Wildenbergue de Sousa Brito. - 2022.
37 f.

Orientador: Prof. Dr. Ulisses Magalhães Nascimento.
Monografia (Graduação) - Curso de Química, Universidade Federal do
Maranhão, Bom Jesus das Selvas, 2022.

1. Educação. 2. Educação Ambiental. 3. Química. 4. Química
Verde. 5. Sustentabilidade. I. Nascimento, Ulisses Magalhães. II. Título.

ANTONIO WILDENBERGUE DE SOUSA BRITO

POSSIBILIDADES NO ENSINO DE QUÍMICA VERDE NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Maranhão, como requisito para desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ulisses Magalhães Nascimento – orientador (UFMA)

Prof^a Dr^a. Ana Paula Mota Ferreira (FACAM)

Prof. Dr. Carlos Eduardo Lima de Oliveira (IFMA)

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por ter permitido que chegasse até aqui, que me deu forças, coragem, saúde e a determinação necessária para seguir adiante.

A minha família e amigos por terem-me apoiado e incentivado em meio às dificuldades, em especial a minha mãe, Ana Lucia Feitosa de Sousa.

A todos os profissionais da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), pelo excelente serviço prestado e por ter-me conferido a oportunidade de cursar esta graduação. Em especial aos professores, que tanto me incentivaram e se disponibilizaram a ajudar em cada instante, e que de maneira muito especial, dividiram comigo seis conhecimentos.

Aos colegas de curso, por quem tenho profundo respeito e carinho, além de uma profunda amizade e admiração, em especial a Lhays Campos, Luciana, Leandro Carlos, Francisco Jorge, Edison da Silva, Gecivaldo Silva, Isvaldo Macedo e ao tutor presencial Denis Jackson. Esses sem dúvida têm grande contribuição no meu êxito acadêmico, e serei eternamente grato por isso.

“Você não pode ensinar nada a ninguém, mas pode ajudar as pessoas a descobrirem por si mesmas”.

Galileu Galilei

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal investigar sobre o ensino de Química Verde no Ensino Médio. Isso porque, na atualidade, a necessidade de gerir os recursos naturais e produzir resíduos menos agressivos têm se tornado um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade. Sendo assim, a química verde por meio dos seus 12 princípios busca soluções técnicas para o descarte de resíduos e uso irresponsável dos recursos naturais. Além de reduzir os impactos ambientais, a química verde também ajuda a enfraquecer a relação que a sociedade faz (de maneira errônea) da química como uma ciência muito complexa ou que somente apresenta resultados negativos para a humanidade. O ensino de Química Verde nas turmas de ensino médio atua também como agente de conscientização coletiva, para que cada indivíduo assuma sua parcela de responsabilidade enquanto agente transformador do meio. O presente trabalho foi elaborado em caráter bibliográfico, com levantamentos secundários de dados obtidos através da literatura para melhor descrever a pesquisa. E, a partir dos estudos, foi possível verificar que mesmo que a Química Verde se configure como uma mudança de mentalidade da prática química, existe na comunidade científica uma grande escassez de publicações que tratem sobre o Ensino de Química Verde nas escolas em todos os níveis de ensino, tampouco sobre metodologias adotadas pelos professores. Entretanto, reconhece-se a importância de que a Química Verde, o Meio Ambiente e a Educação devam caminhar juntos.

Palavras-Chave: Educação. Química. Sustentabilidade. Química Verde. Educação Ambiental.

ABSTRACT

The main objective of this work is to investigate the teaching of Green Chemistry in High School. This is because, nowadays, the need to manage natural resources and produce less aggressive waste has become one of the greatest challenges faced by humanity. Therefore, green chemistry, through its 12 principles, seeks technical solutions for waste disposal and irresponsible use of natural resources. In addition to reducing environmental impacts, green chemistry also helps to weaken the relationship that society (wrongly) makes of chemistry as a very complex science or one that only presents negative results for humanity. The teaching of Green Chemistry in high school classes also acts as an agent of collective awareness, so that each individual assumes their share of responsibility as a transforming agent of the environment. The present work was prepared in a bibliographical way, with secondary surveys of data obtained through the literature to better describe the research. And, from the studies, it was possible to verify that even if Green Chemistry is configured as a change of mentality of chemical practice, there is a great shortage of publications in the scientific community that deal with the Teaching of Green Chemistry in schools at all levels. of teaching, nor on methodologies adopted by teachers. However, it is recognized the importance that Green Chemistry, Environment and Education must walk together.

Keywords: Education. Chemistry. Sustainability. Green Chemistry. Environmental education.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Problema.....	10
1.2 Justificativa	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo Geral	11
1.3.2 Objetivos específicos	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1 O surgimento da Química Verde.....	12
2.2 Conceito de Química Verde	15
2.3 Os 12 princípios da Química Verde	17
2.4 A Química Verde e uma educação voltada para o Meio Ambiente	18
2.5 A importância da Química Verde no ensino de química	22
3 METODOLOGIA	24
3.1 Tipo de Estudo	24
3.2 Coleta de dados	24
3.3 Critérios de inclusão.....	24
3.4 Critérios de exclusão.....	24
3.5 Análise de dados.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A Química sempre desempenhou um papel importante no progresso da sociedade, melhorando nossa forma de viver, permitindo mais conforto, uma vida mais saudável, promovendo o bem-estar e entretenimento. Mas, em muitos casos os efeitos dessas centenas de produtos químicos que são desenvolvidos a cada dia são positivos.

De acordo com Macedo *et al.* (2010), trata-se de uma disciplina que está inserida no currículo do Ensino Fundamental, a partir do 9º ano, e no Ensino Médio. A sua aprendizagem provoca nos alunos a compreensão das transformações químicas que acontecem no mundo de uma forma geral, de modo a possibilitar a tomada de decisões e a interação com o mundo enquanto indivíduos e cidadãos.

Mas, mesmo diante de toda a importância que lhe é atribuída ao ensino de química, é sabido que os alunos possuem uma grande dificuldade em assimilar conteúdos e conceitos básicos da química. Chassot (2003) aponta que dentre os diversos fatores relacionados à origem de tal dificuldade está o fato de que os conteúdos são ministrados sem qualquer relação com a realidade e com o cotidiano dos alunos ou mesmo o fato de que a maioria das aulas são apenas expositivas, sem experimentos que tenham relação aos conteúdos que são estudados. Segundo Aguiar *et al.*:

[...] a Química Verde tem por objetivo a viabilização de processos e produtos de maneira a evitar ou minimizar o impacto causado ao homem e ao meio ambiente. Os avanços na área visam aumentar a segurança dos processos e também resolver questões mundiais como a mudança climática, produção de energia, disponibilidade de recursos hídricos, produção de alimentos e a emissão de substâncias tóxicas ao meio ambiente (2014, p.1257).

Desse modo, preservar o meio ambiente é um dever de todas as pessoas, e por isso, é importante introduzir conceitos de uma Química que seja cada vez mais capaz de ser limpa e menos prejudicial para o ambiente e para a saúde das pessoas.

Justamente por conta deste contexto, o conceito de química verde, criado inicialmente pela *Environmental Protection Agency* (EPA) em 1991, tem sido debatido com grande frequência devido a sua importância na conservação ambiental, já que busca soluções técnicas para a redução de resíduos agressivos que contaminam fauna e flora de maneira desenfreada.

Cunha e Santana (2012) destacam que, mesmo diante da crescente quantidade de trabalhos acadêmicos sobre a Química Verde, ainda poucas aulas são

desenvolvidas ou adaptadas de forma a contemplá-la no Ensino Médio, e verificou-se, uma escassez de investigações acerca da inclusão da Química Verde nos processos educacionais.

Segundo Marques *et al.* (2007), o ensino de química, ao trabalhar conceitos da Química Verde, deveria enfatizar a abordagem do princípio da prevenção, problematizando a partir de temáticas próximas a realidade do discente, articulando os conhecimentos científicos para a melhor compreensão das causas e consequências de problemas ambientais e como minimizá-los ou preveni-los.

1.1 Problema

Diante dessa realidade, torna-se necessário levantar questionamentos e refletir acerca das práticas docentes adotadas, para que se conheça e analise o contexto de ensino-aprendizagem na tentativa de compreender a maneira como a química verde é ministrada em sala de aula, uma vez que esta consiste numa ferramenta importante para a construção de uma sociedade ecológica.

1.2 Justificativa

É importante ressaltar que a causa ambiental não é de interesse apenas da indústria, a sociedade também precisa se reeducar para minimizar os prejuízos da poluição, daí a necessidade urgente de se promover a educação ambiental por meio de química verde em turmas do ensino médio. Segundo Antunes *et al.*:

A preocupação com a preservação do meio ambiente é outro fator que tem trazido grande preocupação à sociedade moderna. A queima de combustíveis fósseis e o desmatamento emitem grandes quantidades de gases, em especial o dióxido de carbono na atmosfera. [...] A sua permanência na atmosfera pode levar décadas. Isto significa que as emissões de hoje têm efeitos de longa duração, resultando em impactos no regime climático ao longo dos séculos (2010, p.19).

Nesse sentido, verifica-se a partir de uma necessidade cada vez maior, a necessidade de métodos que valorizem a experimentação, de modo a gerar a reflexão dos alunos de forma mais crítica em relação ao mundo que os cercam, pois, conforme

destacado por Bernardelli (2004) a experimentação é capaz de desenvolver capacidades cognitivas, dando aos alunos uma posição ativa no processo de aprendizagem e permite também que os conteúdos que são ensinados sejam visualizados pela ligação da teoria com a prática.

Com base nisso, um caminho que começou a ser tomado foi o da Química Verde, que se trata de uma área que usa metodologias e práticas focadas na redução do uso de agentes tóxicos e em eliminar a geração de produtos, de subprodutos e em reduzir resíduos que sejam prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O presente trabalho, tem como objetivo, investigar sobre atuais práticas pedagógicas evidenciadas no ensino de Química Verde no Ensino Médio.

1.3.2 Objetivos específicos

- Descrever como surgiu a Química Verde;
- Verificar os objetivos da Química Verde e como ela está inserida no contexto da educação escolar;
- Identificar quais as possibilidades e as dificuldades para a contextualização dos problemas ambientais que são vivenciados pelos alunos no seu cotidiano.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O surgimento da Química Verde

A partir da Revolução Industrial e da rápida ascensão do capitalismo, foram surgindo em todo o mundo problemas ambientais de modo gradual e lento em decorrência do desenvolvimento econômico que foi se instalando, isso porque, o mundo todo passou a vivenciar o aumento das indústrias, o crescimento das cidades, o aumento das populações, dentre outras situações que fizeram e que fazem com que as sociedades sofram com diferentes impactos ambientais.

Corrêa e Zuin (2012) apontam que tais fatos, tem feito com que as pessoas repensem os seus hábitos diários, na tentativa de solucionar algumas das dificuldades enfrentadas quanto à geração de impactos ambientais. Isso porque, a partir do momento que os problemas ambientais começaram a ganhar força, surgiu a necessidade de um desenvolvimento econômico, social e sobretudo ambientalmente sustentável, para uma melhor qualidade de vida com o mínimo de geração de resíduos e efluentes tóxicos, e a partir disso, a Química Verde iniciou.

Spindola e Arruda (2008) colocam que o surgimento da Química Verde não foi o caminho fácil, a jornada iniciou a partir do momento que os problemas ambientais ganharam maior visibilidade no cenário mundial, e isso tem ocorrido a partir do contexto do aumento do consumismo na perspectiva capitalista e da mudança da vida social provocada pelo crescimento acelerado das indústrias que, todos os dias, coisas novas são inventadas e reinventadas para o suprimento da necessidade e pela melhoria de vida das pessoas.

Nesse contexto, há por parte dos seres humanos um sentimento de imediatismo e de consumo, que elas sempre querem mais, e as tecnologias novas, permitem ainda que coisas sejam construídas e reconstruídas em um tempo recorde. Panho (2016) coloca que a partir disso, os homens passaram a controlar o meio natural e a sociedade em que vivem, e a sociedade passou a ser dividida pelos bens materiais que possuem.

Esse processo é descrito por Bauman (2001) como a era da comparabilidade universal, onde os indivíduos não possuem um local pré-estabelecido, e por isso,

devem lutar de forma livre para se inserir na sociedade que a cada vez mais se torna seletiva, tanto em um contexto social quanto em um contexto econômico.

Isso significa dizer que as pessoas passam a pensar mais em satisfazer a si próprios e no lugar que irão ocupar economicamente na sociedade, sendo que elas possuem uma grande necessidade de serem e estarem melhor que os outros, de serem reconhecidas e de dominarem espaços, de possuírem condições de comprar livremente e de fazer uso das tecnologias sem preocupações com o amanhã.

Panho (2016) aponta que os homens alcançaram o capitalismo sem se preocupar com o meio ambiente, objetivando o lucro, transformando as áreas verdes em cidades, estradas, indústrias ou grandes plantações que a posteriori, serão transformadas em produtos industrializados.

Tudo que foi apontado anteriormente são produtos e coisas que facilitam a vida das pessoas, mas que potencialmente contribuem para os impactos ambientais, assunto esse que começou a ser mais debatido pela sociedade a algumas décadas. Conforme Corrêa e Zuin (2012) os primeiros debates sobre a preservação ambiental começaram a partir do final da década de 1940, isso porque, no ano de 1949, foi realizada a Conferência Científica da Organização das Nações Unidas na cidade de *Lake Access* nos Estados Unidos, na qual tratou-se a temática “Conservação e Utilização dos Recursos”.

Já no ano de 1962, a partir da publicação do livro “Primavera Silenciosa” por Rachel Carson, que retratava os efeitos do mal uso de pesticidas e inseticidas químicos, iniciou-se um grande debate sobre os sérios problemas ambientais que estavam ocorrendo naquela época, provocando uma reflexão sobre as ações humanas e sobre o papel deles como causadores das transformações pelo qual a natureza estava vivenciando.

Farias e Favaro (2011) destacam que no ano de 1968 foi marcado pela Conferência da Biosfera e pelo Relatório de Meadows, onde foram debatidas questões relacionadas com o desenvolvimento econômico e a sociedade, e no ano de 1972, ocorreu a conferência de Estocolmo, que debateu sobre onde os homens estavam inseridos em relação à organização do meio ambiente.

Panho (2016) coloca que a partir dos anos 80, começou a ser difundido em todo o mundo o conceito de ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável por instituições como a Organização das Nações Unidas e a União Internacional para Conservação da Natureza (UICN).

A partir disso, passa a surgir uma nova visão sobre as questões relacionadas ao meio ambiente. No ano de 1990, a partir da publicação da “Lei de Preservação a Poluição nos Estados Unidos e a *Environmental Protection Agency* (EPA) lançou o programa de “Rotas Sintéticas Alternativas para a Prevenção e Poluição” através do Instituto de Prevenção a Poluição e Tóxicos (OPPT). Nesse cenário, foi criada uma linha para financiar pesquisas voltadas para prevenir a poluição e para estimular a fabricação de produtos mais seguros ambientalmente.

E esse foi o ponto de partida para a mudança não apenas de pensamento, mas também da realidade. No ano de 1993 o programa se expandiu e passou a incluir solventes ecológicos e produtos químicos mais seguros. Conforme Farias e Favaro (2011) o primeiro passo para a Química Verde foi dado tanto pelas indústrias como pela sociedade em geral, que agora começavam a pensar em ideias de como eliminar os resíduos de forma a preservar a biodiversidade.

Então, silenciosa e gradativamente, foi sendo desenvolvida a Química Verde, em que, entidades, governos, indústrias e sociedade, passaram a se comprometer mais em mudar sua forma de pensar e de agir, preocupando-se mais com o futuro do planeta e das futuras gerações. Assim, com vistas ao fortalecimento do conceito, no ano de 1997 foi criado o *Green Chemistry Institute*, em 1999, a *Royal Society of Chemistry* lançou os periódicos *Green Chemistry* (PANHO, 2016).

Ainda de acordo com Panho (2016) a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) aprovou o Subcomitê Interdivisional de Química Verde e no ano de 2006 foi organizada a 2ª Conferência Internacional em Química Verde/sustentável que ocorreu na Índia.

A partir disso, iniciou-se uma grande demanda de publicações científicas e acadêmicas em todo o mundo sobre o tema Química Verde, e no Brasil, tal conceito começou a ser difundido a partir dos anos 2000, apesar de que já nos anos 90 os problemas ambientais tenham ganhado mais atenção e importância.

Conforme Moralez e Favareto (2014) no ano de 1992, aconteceu no Brasil a Conferência Internacional no Rio de Janeiro que ficou conhecida popularmente como Rio-92, onde representantes de todo o mundo se reuniram para chegar a um consenso sobre a necessidade de preservar o meio ambiente, e neste cenário, foi elaborada a Agenda 21, em que os países se comprometeram a zelar pelo desenvolvimento sustentável. Posteriormente, nos anos de 1997 e 2002, ocorreram respectivamente

as Convenções Rio+5 e Rio+10, em que ocorreu a avaliação das condições e dos avanços ambientais propostos na Agenda 21.

Conforme Panho (2016), no ano de 2006, foi promovida pelo departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) a 26ª Escola de Verão abordando principalmente a Química Verde. No ano de 2007, a UFSCAR realizou a 1ª Escola de Verão totalmente dedicada à Química Verde, e neste ano ocorreu no país um Workshop nacional dedicado ao tema.

A Química Verde vem então sendo desenvolvida no Brasil principalmente na área industrial, pois diversas indústrias já adotam um sistema verde de conscientização. Entretanto, na área educacional e acadêmica ainda existe uma enorme lacuna de trabalho com o tema.

Isso evidencia de que existe uma grande barreira que precisa ser quebrada entre a Química Verde no contexto educacional, e tal barreira precisa ser quebrada, isso porque, os alunos precisam ser mais reflexivos e críticos sobre os conflitos globais e também sobre as questões ambientais, visando assim, novos pontos de vistas para o futuro e para a sustentabilidade do planeta, e por isso, é importante o conhecimento da história da Química Verde, seus conceitos, e seus 12 princípios, uma vez que são partes fundamentais para a análise da presente pesquisa.

2.2 Conceito de Química Verde

De acordo com Corrêa e Zuin (2012) a introdução de diversos produtos essenciais para a humanidade tem a Química como principal responsável, mas, a partir do grande crescimento global, as indústrias produzem anualmente grandes quantidades de compostos comerciais que são usados para mais variados propósitos, que vão desde medicamentos a alimentos industrializados, combustíveis, entre outros.

Entretanto, essa grande produção química generalizada também gerou grandes problemas que levaram à contaminação do ambiente, e a partir disso, surgiu a Química Verde como uma nova filosofia ou mesmo uma nova forma de pensar em um mundo mais verde e sustentável.

Góes *et al.* (2013) define a Química Verde como o planejamento de produtos e também de processos químicos que sejam capazes de minimizar ou mesmo de

eliminar o uso de substâncias que sejam tóxicas e perigosas, bem como a geração de poluentes a partir de resíduos ou de subprodutos. Assim, a Química Verde pode ser definida como o desenvolvimento e implementação de ações e produtos que visem a manutenção da saúde humana e também ambiental do planeta.

Nesse sentido, o conceito de Química Verde, também pode ser atribuído ao uso de tecnologias limpas, e já vem sendo usado em diversas aplicações industriais, principalmente em países desenvolvidos que possuem maior rigor no controle das suas emissões de poluentes, e de forma gradativa, tem sido incorporado no meio acadêmico e no contexto do ensino.

Conforme Lenardão *et al.* (2003) a ideia ética e politicamente poderosa envolta no conceito e na aplicação da Química Verde tem representado uma suposição de que os processos químicos responsável pela geração de problemas ambientais podem ser substituídos por melhores alternativas para o meio ambiente, visando o desenvolvimento autossustentável.

Desse modo, é possível promover o aumento da segurança nos processos e é possível também a resolução das questões ambientais, ou mesmo para a tentativa de minimização dos danos ambientais que podem ser causados. Isso porque o conhecimento químico pode ser usado para a geração de metodologias que sejam capazes de promover a proteção da saúde humana e ambiental, mas para isso é preciso que seja realizado em um contexto de uma forma que seja economicamente viável.

Nesse aspecto, conforme indicado por Panho (2016), a Química Verde pode ser voltada para prevenir a poluição pela minimização ou pela extinção da produção de substâncias que sejam tóxicas, de modo que não necessitará de remediação, ou seja, pensando antes de agir, a partir de uma nova concepção sobre a química do futuro. Góes *et al.* (2013) destaca que a Química Verde é voltada para desenvolver produtos mais seguros que sejam comprometidos com a eficiência no uso de energias e fontes renováveis.

Sendo assim, o cenário de desenvolvimento mundial atual, tem demandado profissionais que sejam cada vez mais comprometidos com o meio ambiente e com a sustentabilidade, de modo que estes possam ser protagonistas nesse processo, e isso inclui a Química Verde como parte dessa formação, e por isso é essencial que esse seja um tema debatido no ambiente escolar e acadêmico, dando subsídios para um desenvolvimento sustentável. E, conforme Corrêa e Zuin (2012), as diretrizes para

que a Química Verde seja praticada e voltada para a sustentabilidade constitui o que se conhece como os 12 princípios da Química Verde.

2.3 Os 12 princípios da Química Verde

Conforme a Agência Americana de Proteção Ambiental, e como já citado anteriormente, da década de 1990 foi oficialmente criado o termo Química Verde com o objetivo de desenvolver produtos, tecnologias e processos para a eliminação e/ou redução do uso e geração de substâncias nocivas para humanos e para a biodiversidade a partir da concepção, uso e produção de produtos químicos, e esse termo, criou uma cultura voltada para a sustentabilidade, que pode ser expressada a partir de 12 princípios. Henrique (2015) descreve os 12 princípios a partir de:

Tabela 1: Os 12 Princípios da Química Verde

Prevenção	É melhor que a geração de efluentes seja evitada que tratar depois que são gerados.
Economia de átomos	os métodos sintéticos devem maximizar a incorporação de todos os materiais empregados no processo, dentro do produto final.
Procedimentos e metodologias seguras	sempre que possível, os métodos de síntese devem utilizar e gerar substâncias com baixa toxicidade ou risco à população e ao meio ambiente.
Reagentes químicos seguros	os produtos químicos devem ser projetados para serem eficientes e com menor toxicidade possível.
Solventes e coadjuvantes químicos seguros	o uso de coadjuvantes químicos, como solventes e agentes de separação, deve se tornar desnecessário, sempre que possível, ou, então, não apresentar risco
Maior eficiência energética	as necessidades energéticas dos processos químicos devem ser consideradas em termos dos impactos econômicos ou ambientais e devem ser minimizados. Sempre que possível, os procedimentos de síntese devem ser conduzidos à temperatura e pressão ambiente
Uso de matérias-primas renováveis:	sempre que for tecnicamente e economicamente viável, as matérias-primas devem ser renováveis, em vez de exauridas.
Redução de etapas ou derivações	: deve-se minimizar ou evitar, se possível, o uso de etapas de modificação ou derivação de reagentes, como o uso de agentes de bloqueio/proteção/desproteção, pois elas requerem novos reagentes e podem gerar resíduos.
Catálise	os processos que envolvem catálise, com a maior seletividade possível, são melhores que os alternativos, baseados em reagentes estequiométricos.
Autodegradação	os produtos químicos devem ser idealizados para, após terem cumprido seu papel, sofrerem degradação em espécies inócuas, que não persistam no meio ambiente.
Análise em tempo real para prevenir a poluição	metodologias analíticas devem ser aprimoradas para possibilitar a monitoração e o controle dos processos em tempo real, antes da geração de substâncias nocivas.
Química mais segura para evitar acidentes	as substâncias e as formas com que são utilizadas em um processo químico devem ser escolhidas para minimizar o potencial para acidentes, incluindo liberações, explosões e incêndios.

Fonte: Henrique (2015).

Em suma, os 12 princípios da Química Verde baseiam-se na minimização ou não utilização de solventes tóxicos nos processos e análises químicas, bem como na não geração de resíduos resultantes desses processos. Para isso, as economias

atômica e energética ocupam lugares de destaque, assim como o uso de matérias-primas renováveis e inócuas.

Além disso, a aceleração das reações químicas por meio da catálise pode ajudar, por exemplo, na economia de energia e na menor geração de resíduos. Um dos princípios também se preocupa com o desenvolvimento consciente de produtos químicos, para que após sua vida útil eles se decomponham e se tornem produtos de degradação inofensivos ao meio ambiente, evitando também a bioacumulação.

Assim, observa-se que esses princípios dizem respeito ao planejamento do produto, por meio de sua síntese, processamento, análise e sua destinação após o uso. O objetivo principal é minimizar os riscos ambientais e ocupacionais inerentes às atividades industriais (PRADO, 2003).

Ao mesmo tempo, é possível prever alguns dos benefícios econômicos gerados pela adoção da Química Verde nos processos químicos industriais, como a menor necessidade de investimentos em armazenamento e tratamento de efluentes, bem como o pagamento de indenizações por danos ambientais (Prado, 2003). Esse é um aspecto importante, pois fica claro que se a Química Verde não trazer benefícios econômicos ao mercado, ela não será viável. Porém, se o mercado ignorar as necessidades do meio ambiente, ele não prosperará (Tundo et al., 2000).

2.4 A Química Verde e uma educação voltada para o Meio Ambiente

Uma Educação de qualidade trata-se daquela que é capaz de respeitar as diferenças e atender a todos os requisitos para promover a formação de cidadãos conscientes e participativos na sociedade, e tais requisitos para a formação de saberes não pode estar restringida apenas à sala de aula, porque os indivíduos precisam ser capazes de conhecer e analisar o ambiente que está a sua volta.

E por esse motivo, as questões ambientais tem se tornado essenciais para a composição da formação de saberes, pois a sociedade está percebendo que cada vez mais imersa em uma crise em que o foco é a destruição ambiental, ecológica e social, e para isso, é preciso que sejam repensadas novas práticas.

Conforme Panho (2016) o tema socioambiental atende ao fato de que é preciso contribuir para uma educação que tenha os seus alicerces fincados na cidadania

consciente da situação emergencial vivenciada pelo planeta, ao mesmo tempo que favorece a adoção de medidas necessárias para a criação de um futuro possível.

Nesse ponto, a educação precisa estar preparada para o atendimento dessa demanda emergencial do planeta e precisa também atender às expectativas e as relações entre o meio ambiente e a sociedade, compreendendo o papel que cada indivíduo é capaz de desenvolver nesse contexto.

Jacobi (2003), ao refletir sobre a complexidade ambiental, comenta a oportunidade de compreensão sobre a gestão de novos atores ambientais que se apropriam da natureza, compreendendo assim as suas responsabilidades diante aos desafios e aos compromissos para a garantia de que haja um futuro para o planeta.

Tais dimensões ambientais, são caracterizadas por um processo envolvendo vários sistemas de conhecimento à comunidade em geral, com fim a buscar novas perspectivas interdisciplinares voltadas à produção do conhecimento (JACOBI, 2003). Neste sentido, toda a sociedade se torna um ambiente propenso a pesquisa, com participantes ativos em que cada indivíduo ao analisar a sua função na sociedade, contribui para os fatores ambientais, e por isso o tema socioambiental é extremamente relevante para toda e qualquer área do conhecimento, sobretudo àquelas ligadas à educação.

Nesse sentido, tem-se buscado contextualizar o ensino de Química articulando-o com temas socioambientais. Conforme indicado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNS), os conceitos químicos não podem ser ensinados de forma isolada, eles devem ter relação entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos do mundo real.

Panho (2016) coloca que é evidenciada assim a relevância de inserir as questões atuais no ensino de química, uma vez que isso auxilia no desenvolvimento de uma consciência ambiental, ou seja, interligando o ensino com a promoção da capacidade crítica de pensar sobre a preservação ambiental.

Desse modo, as questões socioambientais são capazes de atender ao público de uma forma geral e não se restringem apenas ao ensino de ciências, isso porque existe hoje uma necessidade de ampliação de horizontes para o desenvolvimento do ensino em diversas áreas do conhecimento como o da química e do ambiente, de modo que a relação entre ambos é capaz de assumir diversas posturas.

Nessa perspectiva Machado (2004) aponta que a ligação entre a química e o meio ambiente estuda a existência de substâncias químicas, os processos que as

formam, o comportamento das mesmas e a sua mobilidade, bem como a relação entre a química no ambiente, e possui uma maior relevância por estudar o comportamento das substâncias que são lançadas no meio a partir das ações antrópicas, e na forma que tais substâncias são capazes de transformar o meio, e existe ainda também a relação da química voltada para o meio ambiente, transmitindo a ideia de proteção e prevenção.

A abordagem da Química Verde é voltada para essa última relação, ou seja, a que trata da química para o ambiente, valorizando a prevenção ambiental e gerando benefícios para o ele e para todo um contexto humano e da biodiversidade, em que os indivíduos assumem o papel como protagonistas para a elaboração de novas formas de agir com visas a sustentabilidade.

Sendo assim, a busca por uma educação que seja fincada solidamente na sustentabilidade e na preservação ambiental se argumenta a partir das dimensões de uma química que seja voltada para o meio ambiente, e esta, é a Química Verde. Desse modo, a formação de saberes da Química Verde deve ser voltada para os problemas ambientais, uma vez que estes se derivam de um desenvolvimento econômico que é desigual.

A Química Verde iniciou a partir da busca pelo desenvolvimento de processos e de métodos mais limpos e que se preocupam mais com as futuras gerações, e essa formação de saberes pode ser constituída a partir das dimensões de saberes voltadas par o ambiente e para os princípios da Química Verde, e por isso é fundamental que sejam atribuídos sentidos para o ensino e para a formação profissional, sobretudo para a formação de professores (PANHO, 2016).

Desse modo, a formação profissional é essencial, pois é nesse momento que muitos profissionais têm seu primeiro contato com esses paradigmas de um a química nova, mais consciente e preocupada com o meio ambiente. E, conforme Bittar (2007), esses são novos paradigmas da educação que precisam ser quebrados para tornar os indivíduos capazes de mudar e de moldar comportamentos e pensamentos na busca de compreender o contexto no qual estão inseridos.

Bittar (2007) completa ainda que o ensino pode ser caracterizado por situações incertas e por incertezas em que existem diversos conflitos de valores, e uma formação que seja mais reflexiva permite o pensamento e a reflexão sobre os problemas da sociedade e do meio ambiente, trazendo-os para a sala de aula e para os âmbitos de ensino.

Os professores precisam também buscar na tecnologia novas formas e olhares para o ensino, e desenvolver valores associados ao ambiente e a sustentabilidade, para que seu aluno compreenda que existem problemas, mas que ele pode ser o diferencial na busca por soluções, ou na minimização desses impactos (VEIGA, 2010).

Essa formação diferenciada transforma o aluno e também o professor, atendendo a todos podemos dinamizar o ensino e buscar novos caminhos para entender o mundo. Nessa perspectiva, as discussões evoluíram, no campo educacional, no sentido de uma formação que vá além da “capacitação” profissional de professores e estudantes, mas abranja a dimensão ética e cidadã, e culmine na busca pela participação dos sujeitos.

A contextualização social da ciência, nesse âmbito, constitui-se fator determinante para o alcance dos novos/renovados objetivos da educação científica (PANHO, 2016), pois alcançar as dimensões da ética e da cidadania são fatores essenciais para uma sociedade crítica e participativa, principalmente nas questões ambientais.

Sendo assim, professores e profissionais da área científica precisam buscar um ensino de qualidade desenvolvendo valores morais frente a natureza, um estudo mais preocupado com a sociedade sustentável, uma visão para além do futuro.

A formação de professores e profissionais da química precisam estar pautadas nessas dimensões de ensino, citadas anteriormente “problemas ambientais, desenvolvimento econômico, sustentabilidade”, dimensões que vão além de uma sala de aula, são princípios que descrevem uma sociedade crítica, mas que ainda não mudou sua forma de agir, mesmo conhecendo os problemas.

As dimensões do ensino voltam-se para o ambiente e a Química Verde, quando problematizamos as questões ambientais e o desenvolvimento econômico, as fotografias cumpriram seu papel de trazer uma linguagem visual de uma sociedade marcada pela poluição e contaminação, e em seguida promover uma construção de paradigmas mais sustentáveis, elencando a prevenção, desenvolvimento de metodologias e processos seguros, e uma química mais segura para o presente e o futuro.

Baseando-se nas dimensões de ensino e na formação dos saberes profissionais que é possível fazer a diferença frente a uma sociedade despreocupada, seja na escola ou na indústria, a ética e os valores ambientais devem ser prioridades.

2.5 A importância da Química Verde no ensino de química

Um importante tema transversal a ser trabalhado de forma integrada e permanente no contexto do ensino de Química e de Educação Ambiental, é a Química Verde. Conforme as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM), é preconizado o desenvolvimento de atitudes que tenham o compromisso com uma cidadania ideal em busca da preservação ambiental a partir de um ponto de vista global (BRASIL, 2006).

Entretanto, Machado (2011) aponta que, diversos docentes, sobretudo os dedicados ao Ensino de Química à muito negligenciam a abordagem da Química Verde, seja por alegarem falta de tempo, seja pela escassez de publicações científicas que abordem o mesmo.

Machado (2011) completa ainda que, os conceitos de Química Verde estão representados a partir das mudanças de paradigmas relacionados à gestão de medidas voltadas para a preservação ambiental e abrange ainda o desenvolvimento de ações científicas que sejam ecologicamente corretas.

Neste ponto, Lenardão *et al.* (2003) coloca que a Química Verde pode ser compreendida como a Química para o desenvolvimento sustentável e preocupa-se principalmente com um desenvolvimento que seja capaz e atender às necessidades do presente sem comprometer as capacidades das futuras gerações em satisfazer as suas próprias necessidades.

A partir disso, a Química Verde pode ser trabalhada nos currículos da Educação Básica, mas, como já mencionado, diversos docentes ainda não são capazes de trabalhar com ela, e quando o fazem, não são capazes de integrar, e tampouco contextualizar as dimensões e implicações ambientais, fazendo uso de metodologias que ultrapassadas, fundamentadas a partir de um modelo bancário.

Assim, o professor passa a ser visto como alguém que detém todo o conhecimento, uma vez que é ele quem o transmite os conteúdos em sala de aula ao mesmo tempo que os alunos são meros receptores. E, essa concepção tradicional de ensino, contribui significativamente para afastar os alunos das escolas, uma vez que as aulas são menos atrativas e despertam o desinteresse deles.

Freire (2015) aponta que a concepção do ensinar, ultrapassa a simples transferência de conhecimentos, e por isso é preciso que sejam desenvolvidas novas

práticas, ferramentas e metodologias didáticas que sejam capazes de possibilitar uma aprendizagem que seja mais significativa, e nesse contexto, aponta-se o ensino de Química Verde.

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de Estudo

Para Malhotra (2004), argumenta que dados secundários primários são aqueles coletados para fins diferentes do problema em pauta, são materiais já existentes que foram desenvolvidos por outrem que servirão para fundamentar o tema.

A pesquisa foi feita em caráter bibliográfico, com levantamentos de dados obtidos através da literatura para melhor descrever a pesquisa, o método de abordagem foi qualitativo.

3.2 Coleta de dados

As técnicas de coleta de dados são um conjunto de regras ou processos utilizados por uma ciência, ou seja, corresponde à parte prática da coleta de dados (LAKATOS & MARCONI, 2001). Desse modo, a coleta de dados do presente estudo ocorrerá de forma documental, por meio da busca de publicações e documentos relacionados ao tema em base de dados como SCIELO - *Scientific Electronic Library Online*, e Google Acadêmico.

3.3 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão adotados foram artigos publicados entre os anos de 2011 a 2021 que tratam sobre o Ensino de Química Verde no Ensino Médio, e, o recorte temporal é iniciado a partir do ano de 2011, pois, esse foi proclamação do Ano Internacional da Química pela Assembleia Geral da ONU, abrindo debates mais profundos sobre a Química Verde em um contexto global.

3.4 Critérios de exclusão

Foram excluídos da busca, publicações que não disponíveis na íntegra e

publicações que não atenderam ao problema levantado.

3.5 Análise de dados

Quanto à análise dos dados, o presente estudo se tratou de uma pesquisa exploratória-descritiva com abordagem qualitativa. Em que o seu caráter exploratório, revelará a possibilidade de aumentar a familiaridade com o tema em estudo e de modo sistemático, a análise dos dados buscará descrever o fenômeno e a relação entre as suas variáveis e clarificando conceitos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo encontrou limitação para o seu desenvolvimento do ponto de vista que foi verificada uma intensa escassez de estudos voltados as metodologias da Química Verde aplicadas pelos professores de Ensino Médio. Conforme verificado em Sousa, Silva e Costa (2020) a Química Verde pode ser compreendida como uma área de ensino, e para isso, ela precisa ser direcionada à caminho de se consolidar a partir de um plano teórico, conceitual e prático que englobe uma nova forma de pensar sobre a química, e conseqüentemente uma nova forma de agir para preparar novas gerações por meio do ensino.

Nesse ponto, González *et al.* (2015) apontam que é preciso para isso refletir sobre como a Química Verde pode ser ensinada para que ela seja efetivamente incluída no currículo, bem como os conteúdos e as características que devem ser propostas para o ensino dela.

Nesse sentido, Eilks e Rauch (2012) apontam três modelos que podem ser possíveis para integrar a Química Verde nas metodologias de ensino desde à Educação Básica ao Ensino Superior, sendo que, o primeiro trata os princípios da Química Verde aplicado à experimentação, nesse modelo a sua intenção é concretizada a partir do momento em que os alunos reconhecem e comparam as transformações que ocorrem nos experimentos, bem como a reflexão sobre a importância das mesmas para o contexto socioambiental.

No segundo modelo Eilks e Rauch (2012) apontam novas estratégias de sustentabilidade que devem ser desenvolvidas no ensino de Química, de modo a facilitar a aprendizagem dos conteúdos da mesma, com exemplos de produtos e também processos da atualidade que sejam capazes de oferecer apoio cognitivo suficiente para que os alunos sejam capazes de construir compreensão complexas, que incluam sobretudo os impactos econômicos, sociais e ambientais que estão por traz da aplicação tecnológica dos conteúdos.

E por fim, Eilks e Rauch (2012) propõem a Educação Química como parte de uma perspectiva escolar voltada para o desenvolvimento sustentável, em que o objetivo principal é fazer com que os alunos adquiram experiências na busca para o desenvolvimento sustentável por meio de ações voltadas ao fortalecimento de políticas e ações que sejam capazes de provocar grandes mudanças.

Os três modelos apresentados por Eilks e Rauch (2012) para integrar a Química Verde nas metodologias de ensino refletem a proposta da ONU que em 2015 lançou os objetivos do desenvolvimento sustentável na Agenda 30, ou seja, tais objetivos, se configuram como um plano de fortalecimento das políticas e dos projetos que visam o consumo e a produção responsável, por meio do planejamento de infraestruturas resilientes e pela promoção de uma industrialização que seja inclusiva e também sustentável que seja capaz de fomentar a inovação científica e também tecnológica (ONU, 2015).

Nesse contexto, incluir a sustentabilidade do currículo do Ensino Médio reflete diretamente uma formação cidadã que dá a oportunidade aos alunos para obter um conhecimento sólido sobre a influência da química, bem como os seus efeitos no meio ambiente.

Sobre isso, Prsybyciem *et al.* (2014) aponta que tal conhecimento, quando adquirido da forma correta, é capaz de formar pessoas aptas a participar efetivamente de debates fazendo uso de argumentações bem fundamentadas, uma vez que a química está diretamente ligada com questões ambientais, diante do surgimento cada vez mais acentuado de novas substâncias que geram potencialmente a exploração dos recursos naturais.

Cassiano e Echeverría (2014) apontam que a grande ocorrência de transformações na sociedade e o aumento dos debates relacionados ao contexto socioambiental, os currículos do Ensino Médio precisam ser adaptados para apresentar a problemática ambiental a partir de um ponto obrigatório que deve ser articulado ao conhecimento escolar a partir de uma perspectiva de formação cidadã, onde, os princípios da Química Verde devem ser inseridos na tentativa de mostrar aos alunos, um novo ponto de vista da química, pelo fato de ela ser mais sustentável e segura.

Nesse aspecto, verificou-se que as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ministério da Educação (BRASIL, 2013) trazem a sustentabilidade como uma das suas metas universais para o currículo da última etapa da educação básica, ratificando o compromisso com a qualidade da educação do século XXI, e também ampliar as necessidades dos educadores em compreender a complexidade dos problemas socioambientais locais e também globais. Tal documento oficial reforça ainda que, as questões ambientais:

[...] despertam o interesse das juventudes de todos os meios sociais, culturais, étnicos e econômicos, pois apontam para uma cidadania responsável com a construção de um presente e um futuro sustentáveis, sadios e socialmente justos. No Ensino Médio há, portanto, condições para se criar uma educação cidadã, responsável, crítica e participativa, que possibilita a tomada de decisões transformadoras a partir do meio ambiente no qual as pessoas se inserem, em um processo educacional que supera a dissociação sociedade/natureza (BRASIL, 2013, p.166).

Desse modo, verifica-se que, a finalidade do Ensino Médio é também, conforme a BNCC - Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2018), o “aprimoramento do educando como pessoa humana [...] tendo em vista a construção de uma sociedade mais justa, ética, democrática, inclusiva, sustentável e solidária” (p. 466). E isso reforça a necessidade de o Ensino Médio elaborar projetos tanto individuais quanto coletivos que sejam baseados na cooperação e também na sustentabilidade.

E, com vistas para a substituição de um modelo único para o currículo do Ensino Médio por um modelo que seja mais dinâmico e diversificado, surgiu a Lei de nº 13.415 em 2017, que alterou a LDB e estabeleceu que, o

Para isso, em direção a substituir o modelo único de currículo do Ensino Médio por um modelo diversificado e flexível, a Lei nº 13.415/2017 alterou a Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9.394/1996), estabelecendo que:

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

I – linguagens e suas tecnologias;

II – matemática e suas tecnologias;

III – ciências da natureza e suas tecnologias;

IV – ciências humanas e sociais aplicadas;

V – formação técnica e profissional (LDB, Art. 36, grifo meu).

Desse modo, essa nova estrutura criada para o Currículo do Ensino Médio, organiza-o por áreas de conhecimento e prevê a oferta de vários itinerários de formação, tanto para que o aluno se aprofunde em uma ou mais áreas do conhecimento, quanto para a formação técnica e profissional. Essa nova estrutura, tem como princípio fundamental para a organização curricular a flexibilidade, permitindo assim a construção de currículos e de propostas pedagógicas que sejam capazes de atender de forma mais adequada os interesses dos alunos, estimulando o protagonismo e fortalecendo os projetos de vida dos alunos.

Nesse aspecto, no que diz respeito ao bloco formativo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é preconizado pela BNCC que:

Nas sociedades contemporâneas, muitos são os exemplos da presença da Ciência e da Tecnologia, e de sua influência no modo como vivemos, pensamos e agimos: do transporte aos eletrodomésticos; da telefonia celular à internet; dos sensores óticos aos equipamentos médicos; da biotecnologia aos programas de conservação ambiental; dos modelos submicroscópicos aos cosmológicos; do movimento das estrelas e galáxias às propriedades e transformações dos materiais. Além disso, questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo (BRASIL, 2018, p. 477).

Neste ponto, verifica-se que o que é defendido pela BNCC sobre o que se deve aprender no bloco de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, é algo que transcende a aprendizagem dos conteúdos conceituais, isso porque, o bloco permite que a Biologia, a Física e a Química sejam vistas de forma articulada de uma maneira que se permita a articulação de aprendizagens a partir de um contexto social, cultural, ambiental e histórico. Sobre isso, a BNCC expressa que, se trata então da: “análise dos fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia” (BRASIL, 2018, p. 480).

De tal modo, é possível apontar que, os fenômenos naturais, bem como os processos tecnológicos passam a ser analisado a partir de uma ótica de relações entre energia e matéria, de modo a ser possibilitado por exemplo, uma avaliação criteriosa de potencialidades, de limites e também de riscos do uso de diferentes materiais ou tecnologias para a tomada de decisões, responsáveis e também consistentes frente a diversos desafios contemporâneos, assim como o que é preconizado pelo princípio de nº 1 da Química Verde, que se relaciona à prevenção dos problemas ambientais. Sendo assim, traz-se a competência da BNCC de:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” (BNCC, 2018, p. 481).

Tal competência converge no ponto de que, os alunos do Ensino Médio, precisam ter a compreensão de que podem ter a oportunidade para elaborar reflexões que sejam capazes de situá-los sobre a relação que a humanidade e o planeta têm na história do universo, assim como aos conhecimentos relacionados com a evolução histórica dos conceitos, e de diferentes interpretações e controvérsias envolvidos no

que diz respeito à construção de uma ciência para a sustentabilidade (SOUSA; SILVA; COSTA, 2020).

Nesse sentido, Silva (2016) aponta que essas competências expressam a necessidade de avaliação dos limites da ciência e para o conhecimento de um futuro que seja garantido para as gerações próximas, e por isso, a escola deve expressar explicitamente em seus currículos os pilares da sustentabilidade e o compromisso com uma educação voltada para o desenvolvimento sustentável em todos os níveis de ensino.

Assim, no que se refere à disciplina de Química no Ensino Médio, Lima, Moreira e Sá (2016) destacam que ela é muitas vezes distanciada da realidade dos estudantes, e muitas vezes não apresenta contexto social algum, tampouco histórico e tecnológico. Isso então, pode contribuir significativamente para que o estudante não seja capaz de correlacionar os conteúdos e discutir e resolver situações, problemas e aplicação de conhecimentos químicos em seu dia a dia.

Lima, Moreira e Sá (2016) colocam ainda que é por tais motivos que os alunos veem a Química como uma disciplina difícil e de entendimento limitado. Os autores ainda completam que, a Educação Ambiental ainda é muito limitada no Ensino Médio, principalmente pelo fato de que os professores não possuem formação especializada sobre o assunto, e em geral, costumam apenas abordar superficialmente temas como poluição, aquecimento global e chuva ácida.

Lima, Moreira e Sá (2016) atribuem essa dificuldade principalmente à falta de condições pedagógicas, a falta de tempo, a falta de laboratórios e recursos e a falta de materiais pedagógicos que realmente sejam capazes de fazer uma contextualização dos conteúdos químicos com a realidade vivenciada pelos alunos. Assim, verifica-se uma grande deficiência no que se refere à escolha do tema Química Verde, principalmente pelo senso comum apontar que a Química se trata da ciência responsável pelos malefícios ao ambiente, e é preciso trazer à tona a discussão de que a ela também pode contribuir para trazer benefícios ao meio ambiente.

Isso porque, conforme indicado por Fernandes *et al.* (2016) atualmente, a Química ainda é ensinada na escola de uma forma simplista, e por isso, precisa de novas visões por parte dos professores, isso porque, de uma forma generalizada, a Química na sala de aula tem contemplado apenas memorização de conteúdos, fragilizando o ensino e a capacidade dos alunos em atuar de forma consistente nas

discussões da sociedade moderna, principalmente em relação às questões ambientais.

Sobre isso, Fernandes *et al.* (2016) em seu estudo, abordou professores de Química sobre os conteúdos de Química Verde em sala de aula, notou-se que embora os professores reconheçam o tema, não costumam abordá-lo em sala de aula de forma mais profunda, contrariando assim os PCNs que preveem que a abordagem de temas sobre o meio ambiente e a educação ambiental, seja capaz de possibilitar aos alunos a oportunidade de refletirem em um sentido socioambiental.

Nesse sentido, Almeida (2012) aponta que as abordagens de Química Verde na Educação a partir da perspectiva de Educação Ambiental, deve ser contemplada a partir dos pilares da sustentabilidade que é o desenvolvimento ambiental, social e econômico, isso porque, quando o conteúdo é apoiado a partir dessas três dimensões, o professor está trazendo para os seus alunos não apenas a Química Verde, mas também a Educação Ambiental.

O estudo de Fernandes *et al.* (2016) evidenciou um grande despreparo de parte da maioria dos professores de química que participaram para a abordagem dos conteúdos de Química Verde sob a perspectiva da Educação Ambiental no Ensino Médio, isso porque os professores entrevistados no estudo apresentavam conhecimentos frágeis de fragmentados sobre o tema, e o mais marcante foi a falta de interdisciplinaridade, contrapondo-se assim ao que é proposto nos documentos e diretrizes oficiais da educação, bem como a própria Constituição do Brasil.

Com base nisso, Nardotto e Bernadelli (2019) verificou que a Química Verde nas escolas ainda está a distância de ser concebido de um modo que é possível trazer benefícios para os alunos, e que não compreenda apenas os conteúdos escolares, mas principalmente focado em uma compreensão crítica e também socioambiental.

Isso porque, conforme o autor supracitado, pesquisas recentes sobre a Química Verde, mostram um profundo desinteresse pelo tema na área da educação, ao verificar a produção científica sobre o tema, Nardotto e Berndelli (2019) aponta que, muitos se trata de produções voltadas para a química pura ou à química pura aplicada a processos industriais, e não foram verificados estudos de cunho acadêmico que tragam encaminhamentos metodológicos voltados para o ensino de Química.

Com base nos estudos e na busca realizada para a construção do presente trabalho, foi possível verificar que existe uma enorme carência de pesquisas voltadas para a área de ensino ou para metodologias de ensino da Química Verde. E trazendo

as ideias de Freire (2013) é possível apontar que não existe ensino sem pesquisa e vice-versa.

Isso porque, o ensino tem como foco principal, superação que é estimulada através da curiosidade, da observação, de questionamentos, por meio da elaboração de hipóteses, e para isso, é preciso principalmente estimular a pesquisa e a produção científica, criando possibilidades para diferentes tipos de abordagens sobre o tema, nesse caso, a Química Verde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Química Verde se configura como uma mudança de mentalidade da prática química. Assim, a difusão da educação ambiental por meio do ensino de química verde, torna-se cada vez mais importante para a sociedade, principalmente quando se leva em consideração os elevados índices de poluição e sua contribuição para as mudanças climáticas, que são uma realidade. É preciso que as novas gerações sejam instruídas a buscarem fontes limpas de energia e utilizar de maneira responsável os recursos naturais, pautados na sustentabilidade.

A química verde, como objeto de estudo do ensino médio, problematizaria então o contexto ambiental em que os discentes estariam inseridos e como suas ações individuais ou coletivas refletem positivamente ou negativamente na natureza. É importante que cada indivíduo entenda (e busque melhorar) o seu papel como agente transformador do ambiente, para que estes não sejam alheios ao processo e aprendam a fazer o uso correto dos recursos naturais e o descarte correto dos resíduos produzidos. A química verde também ajuda a enfraquecer a relação feita pela sociedade, onde a química é tratada como algo ruim.

Por meio do presente estudo, foi possível verificar que a Química Verde, o Meio Ambiente e a Educação devem caminhar juntos, dando possibilidades para que seja garantido um futuro, pela tratativa de tais temas desde cedo, para que assim, seja construída a cidadania e também as concepções éticas dos alunos a partir de um ensino que seja mais sustentável e preocupados com as gerações futuras.

E dada a escassez de estudos que abordem a Química Verde na Educação, é preciso pensar de forma mais reflexiva na formação de professores e na formação de profissionais que estejam aptas e sejam capazes de promover metodologias e processos que limitem as agressões ambientais.

Nesse sentido, é possível concluir que a Química Verde, é capaz de contribuir com a Educação Ambiental do ponto de vista que conscientiza diferentes indivíduos para agir como transformadores e a escola possui um papel essencial para a disseminação dos conhecimentos acerca do tema, e por isso, verifica-se a necessidade de que a comunidade científica e acadêmica se interesse mais pelo tema, de modo a construir caminhos metodológicos que permitam a pesquisa e o maior aprofundamento sobre o tema no contexto da educação.

E, sabendo que a Química do futuro é uma que seja voltada para a sustentabilidade, é preciso pensar em trabalhos futuros que estimulem ou que potencializem metodologias eficazes para a introdução da Química Verde nas salas de aula, por meio de uma Educação que seja pautada a partir dos pilares da sustentabilidade, provocando nas pessoas a reflexão crítica e a potencialização de valores e de éticas ambientais, estimulando assim o ensino dinâmico voltado para as questões ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, Eduardo F. Sousa.; et al. **Química verde: a evolução de um conceito**. Revista Química Nova, São Paulo, v. 37, n. 7, p. 1257-1261, 2014.
- ALMEIDA, Maria Fatima Ludovico de. Química Verde: desafios para o desenvolvimento sustentável. **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 35, p. 113-166, 2013.
- ANTUNES. Adelaide Maria de Souza. **Química verde no Brasil: 2010-2030** - Ed. rev. e atual. - Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010..
- BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade Líquida**. Tradução Polity Press, Rio de Janeiro. Editora Jorge Zahar, p. 7-255, 2001.
- BITTAR, Michelle. **As questões ambientais e a formação de professores nos cursos de ciências Biológicas e geografia e duas universidades de Mato Grosso do Sul**. 2007-139f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande, Mato Grosso Do Sul.
- BRASIL, **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica** –Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/37xVJvn>. Acessado em 12 de agosto de 2021.
- BRASIL, Ministério da Educação do Brasil (2018). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2RYvRIC>. Acessado em 12 de agosto de 2021
- CASSIANO, Karla Ferreira Dias; ECHEVERRÍA, Agustina Rosa. **Abordagem ambiental em livros didáticos de Química: princípios da carta de Belgrado**. 2014.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 3.ed., 2003.
- CORRÊA, Arlene; ZUÍN, Vânia G.. **Química Verde: Fundamentos e Aplicações**. Vol. 5, São Carlos – UduFSCar, p. 172, 2012.
- EILKS, Ingo; RAUCH, Franz. Sustainable development and green chemistry in chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 2, p. 57-58, 2012.
- FARIAS, Luciana A.; FÁVARO, Déborah I.T. . Vinte anos de Química Verde: Conquistas e Desafios. **Química Nova**. São Paulo, vol. 34, No. 6, p. 1089- 1093, março de 2011.
- FAVARETO, Arilson. MORALES, Rafael. **Energia, Desenvolvimento e Sustentabilidade**. Editora Zouk, 1º edição, p. 15- 393, Porto Alegre, 2014.

FERNANDES, Francisca Lousinha A. et al. Abordagem da “Química Verde” por professores no contexto da disciplina de Química do ensino médio. **Eclética Química Journal**, v. 41, n. 1, p. 66-73, 2016.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 51a ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GOES, Luciane Fernandes de; LEAL, Sérgio Henrique; FERNANDEZ, Carmen; CORIO, Paola. Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. **Educación Química**. México, vol. 24, No. 1, p. 113 – 123 ,2013.

HENRIQUE E. TOMA. **Coleção de Química Conceitual**, vol.5 Editora Blucher, 2015.

JACOBI, Pedro. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003.

LENARDÃO, Eder João et al. " Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, p. 123-129, 2003.

LIMA, Ariana; MOREIRA, Bárbara; SÁ, Carmem. Discutindo a Química Verde no Ensino Médio. Revista Quim interessante. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)**. Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016.

MACÊDO, G. M. E; OLIVEIRA, M. P; SILVA, A.L; LIMA, R. M. **A utilização do laboratório no ensino de química**: facilitador do ensino – aprendizagem na escola estadual professor Edgar Titto em Teresina, Piauí. 2010.

MACHADO, Adélio A.S.C. Química e Desenvolvimento Sustentável. **LAQUIPAI, Faculdade de Ciências**, R. de Campo Alegre, 2004

MACHADO, Adélio ASC. Da gênese ao ensino da química verde. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 535-543, 2011.

MALHOTRA, Naresh K.; KIM, Sung S.; AGARWAL, James. Internet users' information privacy concerns (IUIPC): The construct, the scale, and a causal model. **Information systems research**, v. 15, n. 4, p. 336-355, 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados. In: **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados**. 2012.

MARQUES, C. A. et al. **Visões do meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média.** Revista Química Nova, São Paulo, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007.

NARDOTTO, Rafael Dos Santos. BERNADELLI, Marlize Spagolla. **A química verde como encaminhamento metodológico de ensino e aprendizagem no Brasil.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 08, Vol. 08, pp. 82-98. Agosto de 2019.

NASCIMENTO, Francisco Paulo do. Classificação da Pesquisa. Natureza, método ou abordagem metodológica, objetivos e procedimentos. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática—como elaborar TCC.** Brasília: Thesaurus, 2016.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030).** 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acessado em 12 de agosto de 2021

PANHO, Juliana. **A publicização nos anais do encontro nacional de ensino de química (ENEQ) 2014 e a potencialidade da fotografia na problematização da química verde.** 2016.

PRADO, Alexandre GS. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

PRSYBYCIEM, Moisés Marques et al. Educação Ambiental e a Sustentabilidade: concepções e práticas de professores de Química do ensino médio. **Revista ESPACIOS| Vol. 35 (Nº 10) Año 2014**, 2014.

SILVA, Tomaz Tadeu. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo.** 3 Ed. Belo Horizonte: Autêntica. 2016.

SOUSA, Alessandra Carvalho; SILVA, Cristina Emanuely; COSTA, Tairiz Tatiani. A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 3, p. 593-616, 2020.

TUNDO, Pietro et al. Synthetic pathways and processes in green chemistry. Introductory overview. **Pure and applied chemistry**, v. 72, n. 7, p. 1207-1228, 2000.
VEIGA, José Eli da. Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI. Editora Garamond Universitaria, Rio de Janeiro, p. 9-226, 2010.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI.** Editora Garamond Universitária, Rio de Janeiro, p. 9-150, 2010.