

campus Duque de Caxias

Licenciatura em Química

José Victor Lopes da Silva

A QUÍMICA VERDE NA
FORMAÇÃO DE
PROFESSORES: um estudo
sobre as disciplinas de
Química e o PCK dos
docentes do curso de
Licenciatura em
Química do IFRJ *campus*
Duque de Caxias

Duque de Caxias

2023

JOSÉ VICTOR LOPES DA SILVA

A QUÍMICA VERDE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UM ESTUDO
SOBRE AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA E O PCK DOS DOCENTES DO
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO IFRJ *CAMPUS* DUQUE DE
CAXIAS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Rio de Janeiro *campus* Duque de
Caxias, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Licenciado em
Química.

Orientadora: Prof.^a Dra. Queli
Aparecida Rodrigues de Almeida

Duque de Caxias

2023

CIP - Catalogação na Publicação

S586q Silva, José Victor Lopes da

A Química Verde na formação de professores : um estudo sobre as disciplinas de Química e o PCK dos docentes do Curso de Licenciatura em Química do IFRJ Campus Duque de Caxias / José Victor Lopes da Silva - Duque de Caxias, 2023.

93 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Queli Aparecida Rodrigues de Almeida.

Trabalho de conclusão de curso (graduação), Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Duque de Caxias, 2023.

1. Química ambiental - Estudo e ensino . 2. Professores de química - Formação - Brasil. 3. Shulman, Lee S. - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo . 4. Química Verde. 5. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - Professores de química. I. Almeida, Queli Aparecida Rodrigues de , **orient.** II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. III. Título

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus Nilópolis/LAC, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecária: Cassia R. N. dos Santos CRB-7/4903

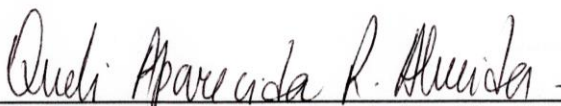
JOSÉ VICTOR LOPES DA SILVA

A QUÍMICA VERDE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: um estudo sobre as disciplinas de Química e o PCK dos docentes do curso de Licenciatura em Química do IFRJ campus Duque de Caxias

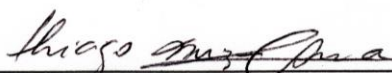
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Rio de Janeiro - *Campus* Duque de Caxias, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciada em Química.

Aprovado em: 13, 07, 2023

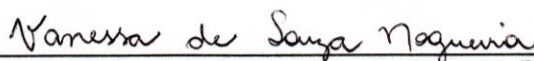
BANCA EXAMINADORA



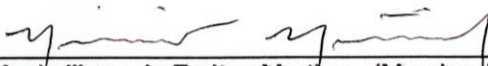
Prof^ª. Dr^ª. Queli Aparecida Rodrigues de Almeida - (Orientadora)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Prof. Dr. Thiago Muza Aversa - (Membro Interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Prof^ª. Dr^ª. Vanessa de Souza Nogueira Pênco - (Membro Interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)



Me. Maximiliano de Freitas Martins - (Membro Externo)
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Dedico este trabalho àqueles que no
céu olham por mim. Esse eu fiz por
todos nós!

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro plano a Deus, por dadas bênçãos e pela sua presença nas noites de choro e silêncio que me oportunizaram entender o verdadeiro significado de superação e o motivo pelo qual vim até este plano. Obrigado Pai, por me acolher nos seus abraços e ter me escolhido, mesmo sendo tão pequeno frente a sua imensidão. Obrigado Filho, por ser aquele que me ensinou a verdadeira essência do viver, do educar e do aprender. Obrigado ao Espírito Santo, por ser a voz que clama no momento de afago, a sabedoria que emana e a fortaleza que me manteve firme na tempestade e no vazio.

A minha mãe, Maria Inêz Lopes da Silva, pelo sim à minha vida e por ter me feito um homem digno, mesmo que a vida tenha nos proporcionado momentos difíceis. Obrigado por ser minha fonte insecável de inspiração e por ter sido a pessoa que tornou isso possível. Espero que do céu a senhora veja todas nossas conquistas e perceba o fruto do seu trabalho. Amo-te e faria tudo para tê-la ao meu lado, mesmo que isso custasse a vida, por isso me dedico a seguir o nosso desejo de mudar vidas.

Ao meu padrasto, Edson Macedo Ribeiro, pela formação e esforço. Agradeço por ter me feito uma criança feliz. O sonho que vivemos em família me fez perceber que posso ser alguém importante e que tenho forças para conquistar o que eu quiser. Obrigado por ser meu pai no momento em que mais necessitava da presença de um. Conquistarei tudo aquilo que prometi a vocês.

A minha irmã, Viviane Lopes da Silva Magalhães, pessoa esta que abriu as portas do seu coração e da sua casa para me acolher. Obrigado, Inha, por ser a pessoa que me ensinou a ser determinado, ainda que todos não acreditem no meu potencial, e por ter me possibilitado viver meu sonho. Agradeço por toda a dedicação e cuidado.

Ao meu cunhado, Leonardo Magalhães da Silva, por todo o ensinamento. Agradeço por abrir mão do seu espaço para que eu pudesse seguir meu sonho. Obrigado por cada conversa e orientação. Agradeço também por ser minha figura paterna e fonte de inspiração para o amadurecimento. Hoje, ainda que muito falho, percebo que toda abdicação valeu a pena.

A minha sobrinha, Beatriz Lopes da Silva Magalhães, pelo companheirismo e pelos inúmeros momentos de alegrias. Saiba que sua presença reluz. Espero que você possa seguir seus sonhos, assim como pude realizar os meus. Seja feliz no que você faz e se torne uma pessoa satisfeita com suas escolhas. Confio no seu potencial.

Aos meus avôs, Carlito Lopes e Iralcina Bastos Lopes, por me proporcionarem abrigo e acalento. Vocês são os exemplos mais autênticos de força e persistência que pude ter em toda minha vida. Agradeço por terem cuidado de mim como um filho e por me concederem uma infância feliz, mesmo diante dos percalços.

A minha irmã, Juliane Lopes da Silva, por ser participante da minha formação. Obrigado por cada conversa que tivemos e por ter me auxiliado a não desistir dos meus sonhos.

A minha família, de modo especial às minhas tias Margarida Lopes e Maria Salete Lopes e aos meus tios Marcos Lopes e Ilauro da Silva. Sou o produto do trabalho feito por vocês. Serei eternamente grato por cada vivência e experiência ensinada.

A minha amiga e namorada, Ingrid Freitas da Costa, por me escutar, aconselhar e me desafiar. Obrigado por me tornar tão seguro no que quero para mim. Agradeço também por cada aula que me deu, por não ter desistido de mim, pelos debates científicos e por cada momento de felicidade. Saiba que é imprescindível tê-la ao meu lado. Dividimos dores e amores e, a partir de agora, dividiremos bancadas de laboratórios e salas de aula.

Aos meus amigos de infância, Antônio de Lima Pereira, Gabriel Carvalho da Costa, Victor Hugo da Costa Pereira, Andrei Magalhães Frutuoso e Heitor Braga Carneiro Pinto por cada felicidade que vivemos. Saibam que vocês me fortaleceram no momento de solidão, no qual pensei em desistir de tudo, mas contei com a alegria de cada um para recuperar minhas forças.

A minha psicoterapeuta, Sandra Oliveira de Menezes, por salvar minha vida. Foi pelas nossas conversas que a vida voltou a ter cor e pude mostrar para todos quem de fato sou. Obrigado por me fazer reencontrar o eu no vazio e por ter resgatado minha alma da mortandade.

Ao meu eterno diretor espiritual e amigo, Pe. Alexandre de Brito Silva. Obrigado por ter me proporcionado experimentar a presença desse Deus que

me dá forças diariamente para continuar. Agradeço por ter me feito notar meu potencial e me possibilitado entender quais são os planos de Deus para mim.

A todos os integrantes dos grupos PETnano, PIBID, DIECI e Diálogos na Quarentena. Obrigado por serem participantes da minha formação e por terem me proporcionado tantos aprendizados sobre diferentes assuntos. Estar com vocês me fez crescer profissionalmente e pessoalmente.

A minhas amigas de batalha Larissa Nogueira da Silva, Maria Victória Barros Costas e Thalia Ayane Pereira de Andrade. Obrigado por termos formado a família Verde_Lab, por todas as vivências e por tudo que construímos com muito trabalho em grupo. Serei eternamente grato pela presença de vocês na minha trajetória formativa e por termos construído uma relação recíproca em confiança e dedicação. Que esta seja somente a primeira das nossas conquistas juntas.

Ao grupo do Projeto 23173, por tanto conhecimento ensinado e pelas inúmeras experiências que vivenciei. Sou grato pela confiança no meu trabalho e por terem me concedido tamanho aprendizado. A nossa relação profissional e afetiva me fez enxergar que escolhi o caminho certo a ser trilhado.

Agradeço a todos os docentes com os quais pude ter contato. Desde a Educação Infantil até os dias atuais vocês são minha inspiração. Vocês plantaram na minha alma a vontade de fazer melhor e diferente. Espero poder continuar a missão de vocês. De modo especial, agradeço à minha orientadora, Queli Aparecida Rodrigues de Almeida, uma fiel educadora que tanto me fez aprender durante esse período tortuoso.

Somente quando for cortada a última árvore, pescado o último peixe, poluído o último rio, que as pessoas vão perceber que não podem comer dinheiro.

Provérbio Indígena

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS	<i>American Chemical Society</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
GC	<i>Green Chemistry</i>
IFRJ CDuC	IFRJ <i>campus</i> Duque de Caxias
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
LQ	Licenciatura em Química
MEC	Ministério da Educação
NDE	Núcleo Docente Estruturante
OPPT	Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição
PCK	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
PIB	Produto Interno Bruto
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
PROGRAD	Pró-Reitoria de Ensino de Graduação
PUC	Plano de Unidade Curricular
QV	Química Verde
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNEA-4	4ª Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RESUMO

A Química Verde (QV) é uma área da Química que surge devido a necessidade de propostas de novas rotas reacionais menos agressivas ao ecossistema. O recente campo de ensino em QV se origina de modo a colaborar com a alfabetização científica e com a difusão dos conhecimentos químicos que dizem respeito às inovações tecnológicas ditas verdes. Assim, esse campo vem crescendo continuamente com o surgimento dos debates sobre causas ambientais e, por esse motivo, faz-se necessário o estudo sobre a inclusão desse tema na formação docente. Nesse contexto, considerando a magnitude da QV no âmbito escolar, Shulman propõe um estudo no qual todo docente que exerce plenamente sua função necessita de “pedagogizar” o conteúdo transposto a fim de torná-lo acessível para impactar devidamente seu público-alvo, a este tipo de habilidade o estudioso deu o nome de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, conhecido como PCK do inglês *Pedagogical Content Knowledge*. Por essa razão, consoante à relevância dos cursos de formação inicial de professores em abordar o assunto em pauta, este trabalho pretendeu investigar de que maneira a QV tem sido tratada nas disciplinas de Química do curso de Licenciatura em Química do IFRJ *campus* Duque de Caxias, analisando inclusive os métodos, possibilidades e limitações para enfoque do tema. Para a análise realizou-se um estudo baseado no Projeto Pedagógico de Curso e nas ementas das respectivas unidades curriculares obrigatórias de Química ofertadas nos períodos letivos de 2022. Ademais, foi feito um estudo sobre os modos de abordagem da Química Verde, baseado nos modelos de Burmeister, Rauch e Eilks, tendo obtido as respostas por intermédio de um questionário semiestruturado destinado aos docentes atuantes no período supracitado. Com base nos resultados obtidos, notou-se uma grande carência pelo enfoque da respectiva temática, quer seja nos documentos referidos ou no desenvolvimento das aulas. Embora haja uma disciplina optativa que verse exclusivamente sobre a QV, esta não faz parte da grade obrigatória e, portanto, fica condicionada à oferta da disciplina optativa a presença do tema na formação de licenciandos. Não obstante, durante a realização da pesquisa notou-se que os docentes participantes tiveram pouca ou nenhuma experiência na área referida, o que salienta a necessidade do aprimoramento continuado para aplicação do PCK em QV. Entretanto, os professores participantes

afirmam ser muito importante que os alunos da licenciatura tenham contato com a QV durante a sua formação. Posto isso, espera-se que, com este trabalho, seja possível promover a discussão sobre a relevância de abordar os conceitos da QV durante o referido curso de forma transversal em todas as disciplinas ofertadas.

Palavras-chave: Química Verde. Formação de Professores. Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

ABSTRACT

Green Chemistry is an area of chemistry that arises due to the need to propose new reaction routes that are less aggressive to the ecosystem. The recent teaching field of Green Chemistry originates in order to collaborate with scientific literacy and with the diffusion of chemical knowledge related to the so-called green technological innovations. This field has been growing continuously with the emergence of discussion about environmental causes and, for this reason, it is necessary to study the inclusion of this subject in teacher education. In this context, considering the magnitude of GC in the school environment, Shulman proposes a study in which every teacher who fully exercises his or her function needs to "pedagogize" the transposed content in order to make it accessible to properly impact his or her target audience. For this reason and given the relevance of initial teacher training courses in addressing the subject at hand, this work aimed to investigate how Green Chemistry has been addressed in the Chemistry courses in the degree Chemistry course of the IFRJ *campus* Duque de Caxias, analyzing the methods, possibilities and limitations for addressing the theme. For the analysis, a study was conducted based on the Pedagogical Project of the Course and on the menus of the respective obligatory curricular units of Chemistry offered in the 2022 teaching periods. Furthermore, a study was conducted of the ways in which Green Chemistry is approached, based on the models of Burmeister, Rauch and Eilks, and the answers were obtained by means of a semi-structured questionnaire addressed to the teaching staff working in the aforementioned period. Based on the results obtained, a great lack of focus on the respective theme was noted, whether in the documents referred to or in the development of the classes. Although there is an optional discipline that deals exclusively with GC, it is not part of the compulsory grade and, therefore, the presence of the theme in the formation of undergraduate students is conditional to the offer of the optional discipline. Nevertheless, during the research it was noticed that the participating teachers had little or no experience in this area, which highlights the need for continued improvement to apply the PCK in GC. However, the participating teachers affirm that it is very important that undergraduate students have contact with GC during their training. Therefore, it is expected that, with this study, it is possible to promote a discussion about the

relevance of addressing the concepts of Green Chemistry during the course in a transversal way in all subjects offered.

Keywords: Green Chemistry. Teacher formation. Pedagogical Content Knowledge.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1 QUÍMICA VERDE	21
3.1.1 Um breve histórico da Química Verde	21
3.1.2 Os principais conceitos por trás da ciência verde	24
3.1.3 Ensino de Química Verde	30
3.2 CONSTRUÇÃO DO FAZER DOCENTE	35
3.2.1 Conhecimento Pedagógico do Conteúdo	36
4 METODOLOGIA	40
4.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	41
4.1.1 Projeto Pedagógico de Curso e Ementário do Curso	41
4.1.2 Questionário	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	45
5.1 ANÁLISE DOCUMENTAL	45
5.1.1 Projeto Pedagógico de Curso	45
5.1.2 Ementário do Curso	51
5.2 QUESTIONÁRIO	58
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS	78
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO ..	88
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO	90
ANEXO A – EXEMPLO DE PLANO DE UNIDADE CURRICULAR	93

1 INTRODUÇÃO

Desde o século XX, com o advento da terceira revolução industrial, os indivíduos vêm se preocupando crescentemente com as problemáticas ambientais. Sabe-se que o homem sempre explorou os recursos disponíveis na terra, contudo, a partir deste movimento industrial-tecnológico, esta etapa de proveito se intensificou, gerando uma busca exagerada e o uso desenfreado dos recursos conhecidos até dado momento (QUINO *et al.*, 2015).

Diante desse cenário de abuso, algumas adversidades despontaram com o passar do tempo, elucidando a importância dos cuidados com a vida útil da terra e a importância das atividades de exploração de modo sustentável. Posto isso, na década de 50, um fato marcaria o início da corrente e do pensamento sustentável em escala mundial. Na cidade de Nagata, no Japão, observou-se uma grande zona de poluição por mercúrio de uma baía (MOURA, 2008; BONZI, 2013). Baseado nos acontecimentos da Segunda Guerra Mundial, de modo especial as bombas atômicas lançadas pelo Estados Unidos da América sob o território do Japão, nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, os japoneses ainda estavam sob efeito das mortes e das perdas, ocasionando um cenário ainda pior (FREITAS, 2015). Do outro lado do mundo, no Estados Unidos da América, várias pessoas relataram fenômenos incomuns, como o não aparecimento das flores na primavera. Notou-se que ambos lugares faziam uso de determinados tipos de inseticidas e pesticidas. Desse modo, o fenômeno foi nomeado “primavera silenciosa”, sendo amplamente relatado e dando origem ao título do livro da escritora Rachel Louise Carson, considerada por muitos como a principal responsável por lançar ao mundo a consciência ambiental moderna (BONZI, 2013).

Com base nesses acontecimentos, a sociedade passou por inúmeros eventos conflituosos nos anos seguintes, cuja indústria tinha como desejo o consumo descontrolado, todavia alguns grupos lutaram de maneira ferrenha contra este estilo de vida (LIMA, 2010). Havia também uma corrente ideológica que supunha que os problemas ambientais eram fruto do inchaço demográfico, especialmente causado pelos países do polo sul, considerados naquele momento como países do terceiro mundo (ARAÚJO, 2006). Tais fatos causaram impacto na política internacional e, por esse motivo, culminaram na marcante Conferência de Estocolmo, o primeiro grande encontro internacional com representantes de diversas nações para discutir os problemas ambientais.

No evento, que contou inclusive com a participação de representantes brasileiros, houve um consenso de que a crise ambiental estava ligada ao crescimento de produtos de inovação, afetado principalmente pelo consumo vertiginoso de recursos naturais, à implementação de tecnologias que conduziam a uma má produção industrial e o uso de metodologias de produção inadequadas em termos sustentáveis (PASSOS, 2009; GURSKI; GONZAGA; TENDOLINI, 2012).

No Brasil, entre os anos de 1970 e 1990, houve a implementação de setores políticos responsáveis por regulamentar e assegurar que as devidas precauções estavam sendo tomadas, como a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), responsável por criar o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e estabelecer os princípios, as diretrizes, os instrumentos e atribuições para os diversos entes da federação que atuam na política ambiental nacional. Ocorreu também a institucionalização do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), incumbido por pesquisar e estabelecer critérios e padrões ambientais (normalmente expressos na forma de resoluções) (SILVEIRA, 2016; SANCHES, 2017). Além disso, outros grupos/movimentos foram criados ou ganharam maior repercussão, como a Frente Nacional de Ação Ecológica, trazendo pautas importantes que proporcionaram a inclusão do Capítulo do Meio Ambiente (Art. 225) à Constituição Federal Brasileira de 1988 (ALONSO; COSTA; MACIEL, 2007).

Pautada neste contexto de evolução sustentável e marcada pelos encontros de caráter mundial para tratar da sustentabilidade com sua devida significância, em 27 de abril de 1999, foi criada a Lei nº 9.795, tornando obrigatório a educação ambiental em toda esfera nacional (ROCHA, 2014). Tal fato se apropria da maior ferramenta de transformação social, a educação, e, por esse motivo, é considerada uma das mais importantes conquistas brasileiras no âmbito da sustentabilidade. Dessa forma, afirma Medina (2001)

[...] a Educação Ambiental como processo consiste em propiciar às pessoas uma compreensão crítica e global do ambiente, para elucidar valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição consciente e participativa a respeito das questões relacionadas com a conservação e a adequada utilização dos recursos naturais deve ter como objetivos a melhoria da qualidade de vida e a eliminação da pobreza extrema e do consumismo desenfreado (MEDINA, 2001, p.17).

Essa conquista remonta o papel fundamental que a educação possui na formação do cidadão, especialmente planejando a necessidade por indivíduos mais ambientalistas no futuro, os quais precisarão se preocupar cada vez mais com as causas ecossistêmicas e com o impacto do consumismo e do investimento em novas tecnologias, garantindo uma exploração mais sustentável e novas possibilidades menos agressivas ao meio ambiente (GADOTTI, 2008).

Ao passo em que a educação ambiental era oficializada como obrigatória no território brasileiro, surgia um novo ramo das ciências naturais que se dedicaria a estudar basicamente formas de diminuir/erradicar os impactos ambientais causados pela indústria e pela pesquisa. No ano de 1993, no Estados Unidos da América, foi realizada uma expansão do projeto de pesquisa “Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição” realizado pela o Instituto de Prevenção à Poluição e Tóxicos (OPPT) incluindo novos temas, tais como solventes ecológicos e produtos químicos mais seguros, sendo renomeado para Química Verde (LENARDÃO *et al.*, 2003).

Assim, segundo Farias e Fávaro (2011, p. 1090) “Estava estabelecida, portanto, uma mudança que levaria muitas empresas a reavaliarem os seus processos de produção, buscando ganhos ambientais além dos econômicos”. A mudança tratava-se de uma quebra de paradigmas que permitiu ao campo científico da Química a busca pela inovação e pela melhora de materiais que possuem grande importância no cotidiano, mas não podem ser mais sintetizados de dada maneira, uma vez que agridem veementemente o meio ambiente. Logo, a perspectiva mudou o olhar científico para as novas possibilidades e inseriu no ambiente industrial e da pesquisa a responsabilidade sustentável com o uso de insumos que não infrinjam os limites da natureza, realizando a exploração regulada dos recursos que a terra oferece e contribuindo para a concepção do amanhã que se deseja atingir (PITANGA, 2016).

Diante desse dever social, a Química Verde também deve ser uma parte importante no processo de construção socioeducativo dos cidadãos, quer esteja presente de forma implícita ou explícita, devendo contribuir com seus conhecimentos e colaborando para formação de discentes que futuramente deverão exercer sua cidadania (MACHADO, 2011). Posto isto, é de grande relevância que tais temas relativos à sustentabilidade estejam inclusos na

formação docente. De modo geral, o ramo da QV assume um grande protagonismo no campo do ensino, pois, juntamente com a Química Ambiental, deve suscitar assuntos que despertem na figura do profissional a importância dos estudos de sua área para construção do amanhã idealizado ambientalmente (PRADO, 2003). Segundo Silva, Ferreira e Viera (2017)

[...] o ensino de ciências é uma forma de levar o estudante a interpretar o mundo que o cerca e através desta compreensão torná-lo indivíduo pensante e crítico. A formação científica, além de contribuir para a formação de cidadãos, está intrinsecamente ligada ao desenvolvimento social, político e econômico do país (SILVA; FERREIRA; VIERA, 2017, p. 295).

O ensino de ciências, especialmente o ensino de Química tem uma incumbência fundamental na construção do sujeito consciente (MACHADO, 2011). Dessa maneira, é preciso investigar a formação daqueles que redigem a construção docente, com intuito de pesquisar na construção pedagógico-científica as lacunas que se tornam evidentes quando o profissional assume a responsabilidade sob a sala de aula. Por esse motivo, faz-se necessário estudar os métodos utilizados neste contexto formativo de modo a verificar a presença dos aspectos fundamentais para formação do profissional em vias sustentáveis e avaliar a eficácia das metodologias utilizadas na construção do conhecimento.

Baseado nessa prerrogativa, o psicólogo educacional americano Lee S. Shulman, em 1986, propôs diferentes formas de estudar as modalidades de conhecimento que os professores dominam, construindo suas epistemologias próprias. O autor distingue três categorias de conhecimento de conteúdos que se desenvolvem no desenrolar do trabalho pedagógico: conhecimento pedagógico dos conteúdos, conhecimento da matéria do conteúdo e o conhecimento curricular. Diante dos objetivos que este trabalho almeja alcançar, será tratado com maior ênfase o primeiro tipo de conhecimento, que diz respeito ao conhecimento pedagógico de conteúdo, considerando que o mesmo está intimamente ligado com os demais tipos. De acordo com o autor:

O PCK (Pedagogical Content Knowledge, traduzido como conhecimento pedagógico dos conteúdos) vai além do conhecimento do assunto matéria, tratando-se substancialmente do conhecimento do assunto para ensino. Eu ainda falo de conteúdo conhecimento aqui, mas da forma particular de conhecimento de conteúdo que incorpora os aspectos do conteúdo mais pertinente à sua ensinabilidade (SHULMAN, 1986, p. 9).

Outrossim, a escolha pela pesquisa com os professores universitários deve-se ao fato de que o exercício da docência também é um ambiente formador para aquele que busca inovar e acumular saberes para melhor contribuir com a formação dos futuros professores, entendendo a função social que lecionar no curso de licenciatura possui. Logo, de acordo com Caldeira (1995)

[...] a formação do professorando deve ser pensada também como um processo e, como tal, não se esgota em um curso. Mesmo considerando-se situações em que a formação inicial possui a qualidade necessária para instrumentalizar os docentes, grande parte de sua formação se dá na escola em que trabalha e essa se constitui, portanto, em um espaço privilegiado de reflexão pedagógica, condição imprescindível para sua formação (CALDEIRA, 1995, p. 6).

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade da investigação dos conhecimentos daqueles que formam sujeitos para exercer plenamente sua função de professor de Química. Doravante a importância do conhecimento pedagógico dos conteúdos e considerando que a melhor forma de estudar o processo de construção docente é investigando a formação inicial e continuada dos professores que ocupam as cadeiras das disciplinas pertencentes aos cursos de Licenciatura, o estudo em questão dedica-se a pesquisar a formação destes profissionais no âmbito da Química Verde.

Partindo da hipótese que a abordagem química dos assuntos ambientais realizadas no curso LQ do IFRJ é feita exclusivamente de maneira eletiva, a pesquisa em voga investigou a frequência dos respectivos temas verdes, por meio de estudos documentais (Projeto Pedagógico de Curso e Plano de Unidade Curricular) das disciplinas obrigatórias de Química e através da prática docente com base na teoria de Lee S. Shulman sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. Portanto, o presente trabalho busca responder o seguinte problema: “De que maneira os conhecimentos pedagógicos dos conteúdos em Química Verde estão presentes na formação dos docentes do Curso de Licenciatura em Química do IFRJ CDuC?”.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a presença dos assuntos que dizem respeito a Química Verde e os conceitos da respectiva área nas disciplinas do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro *campus* Duque de Caxias (IFRJ CDuC) oferecidas no ano letivo de 2022, a partir da interpretação dos referencias bibliográficos estudados e por meio da ótica dos docentes.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar o Projeto Pedagógico de Curso e o ementário das unidades curriculares de Química, de modo a verificar a existência dos assuntos relativos ao campo da Química Verde;
- Investigar o Conhecimento Pedagógico dos Conteúdos (1987) dos professores de Química no âmbito da Química Verde;
- Analisar as respostas obtidas por intermédio do questionário destinado aos docentes atuantes nas disciplinas obrigatórias de Química do curso de Licenciatura em Química do IFRJ *campus* Duque de Caxias debruçadas sobre as teorias da educação de Shulman;
- Debater as ações realizadas nas disciplinas com fundamento nos referenciais teóricos explanados sobre os modelos de abordagem da Química Verde de Burmeister, Rauch e Eilks (2012).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 QUÍMICA VERDE

3.1.1 Um breve histórico da Química Verde

Originada nos Estados Unidos da América, em 1991, a Química Verde foi concebida como um simples projeto de pesquisa, a partir das medidas ambientais adotadas nos eventos de caráter internacional e nacional, nos quais buscava-se por instrumentos laborais que causassem menos impactos para o ecossistema. Diante desse cenário, o respectivo campo do conhecimento foi oficialmente criado por intermédio da Lei de Prevenção à Poluição, outorgada pelo EPA (*Environmental Protection Agency*) por meio do Instituto de Prevenção à Poluição e Tóxicos (OPPT), a qual deu origem ao Programa de Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição, uma linha de financiamento para projetos de pesquisas que incluíssem a precaução contra contaminação do meio ambiente em suas sínteses (JAIN, 2010).

Tendo em vista o interesse econômico e político por fazer pesquisas com as características sustentáveis, os projetos que foram desenvolvidos nos anos seguintes visavam incluir os parâmetros garantidos pela norma em questão, apropriando-se das vantagens que foram oferecidas pelo governo do Estados Unidos da América (FARIAS; FÁVARO, 2011). Paralelamente às modificações realizadas no âmbito da pesquisa, a indústria também se adequou aos critérios sustentáveis adotados, tendo em vista as políticas vigentes para a realização de tal atividade, contribuindo para a consolidação do ambientalismo moderno e impulsionando os nossos padrões para outros ramos da sociedade (MACHADO, 2011).

Diante do grande sucesso e vislumbrando a necessidade pela inclusão de novos tópicos diferentes daqueles que foram instituídos em 1993, o programa foi expandido abarcando novos temas como solventes ecológicos e produtos químicos mais seguros. De acordo com esse movimento de expansão, o conjunto de estudo foi renomeado para Química Verde, nomenclatura reconhecida até o presente momento (ANASTAS, 2002).

Alguns anos depois, em 1995, com intuito de fomentar cada vez mais a iniciativa das causas ambientais, o governo do Estados Unidos da América instituiu o programa *The Presidential Green Chemistry Challenge* que se perpetua até os dias atuais, cujo objetivo é premiar indivíduos ou organizações

que almejam inovações tecnológicas a serem implementadas na indústria para redução da produção de resíduos na fonte. Para tal, anualmente são premiados trabalhos em cinco categorias, sendo eles: acadêmico, pequenos negócios, rotas sintéticas alternativas, condições alternativas de reação e desenho de produtos químicos mais seguros (CANN, 1999).

A vista de todo investimento realizado pelo governo do Estados Unidos da América, cuja ação gerou o impacto mundial, nota-se que na década de 1990 as temáticas científicas sustentáveis, especialmente no campo da Química Verde, ganharam notoriedade e foram fortemente difundidas (NETO, 2010). Ademais, Lenardão e colaboradores (2003) salientam que prêmios similares foram instituídos em vários outros países como Inglaterra, Itália, Austrália e Alemanha, nos quais buscou-se propiciar aos trabalhos desenvolvidos maior visibilidade e prestígio científico/social, proporcionando-lhes a devida relevância. Tal momento simbolizaria uma mudança de olhar na concepção de pesquisa e indústria, em que conceitos meramente argumentativos tornavam-se princípios científicos e suas respectivas metodologias viriam a ser devidamente reconhecidas no futuro (CASTRO; VERBEL, 2011).

Posteriormente, defronte ao reconhecimento mundial da área, no ano de 1997, foi formado o *Green Chemistry Institute* (GCI), que atua em parceria com a *American Chemical Society* (ACS), tendo como foco principal catalisar e permitir a implementação global de Química e Engenharia Verde e sustentável em todas as empresas de Química. Em 2021, foi realizado a Primeira Conferência Internacional em Química Verde, organizado pela IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), buscando reunir as principais pesquisas realizada neste âmbito da Química, difundir quais são os estudos realizados até dado momento e ampliar a importante rede de contato que possibilita novas noções para os projetos científicos (SILVA; LACERDA; JONES JUNIOR, 2005).

Além disso, em termos literários, o assunto expandiu-se vertiginosamente através dos livros, periódicos e publicações em eventos de caráter acadêmico, contando com 140 trabalhos publicados pela IUPAC, ACS e GCI relacionados ao tema QV. Sendo assim, em 2000 e 2001, a IUPAC viria a publicar números especiais da revista *Pure and Applied Chemistry*, dedicados a abordar a Química Verde aplicada em diversos trabalhos científicos de grande

relevância. Não obstante, sob este momento de fomento da literatura primária, no mesmo período, a Sociedade Real de Química Britânica (*UK Royal Society of Chemistry*) lançou o periódico bimestral denominado *Green Chemistry*, cujo papel principal era divulgar artigos descrevendo aspectos químicos de tecnologias limpas (LENARDÃO *et al.*, 2003; BALLINI, 2009).

Pautados nas criações dos anos 90 e do início século XXI, a Química Verde ganhou uma grande reputação, ampliando seu campo de ação e sendo inserida inclusive nas maiores indústrias mundiais, como as de petróleo, materiais e fármacos. De acordo com Plotka-Wasyłka (2018), nos últimos anos, a Química Verde já contava com mais de 400 mil publicações em periódicos, tendo como os principais periódicos o *Green Chemistry*, *Green Chemistry Letters e Reviews*, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, *ChemSusChem*, *Environmental Science: Processes and Impacts*, *Corrente Green Chemistry e Environmental Science and Pollution Research*.

Ademais, atualmente, fruto dos muitos estudos realizados, as plantas industriais vêm se modificando crescentemente de modo a diminuir as ameaças ambientais e no âmbito das pesquisas é possível notar cada vez mais o cuidado com processo de produção do conhecimento científico e a forma com o qual atividades experimentais são realizadas, visando diminuir qualquer possibilidade de impacto em termos ecossistêmicos, mesmo quando a investigação não dedica-se aos estudos das ciências da natureza sustentáveis (NOCE, 2018).

Além destes fatores predispostos, é válido salientar também que várias organizações foram fundadas no âmbito do ensino de Química Verde, dentre as quais pode-se citar o *Beyond Benign*, cujo objetivo geral é promover uma comunidade de Química Verde que capacita educadores para transformar o ensino de Química para um futuro sustentável (O'NEIL *et al.*, 2020). Neste cenário de difusão de conhecimentos sustentáveis, a agremiação conta com universidades e organizações públicas/privadas do mundo inteiro para a promoção da divulgação científica no campo da Química. No que diz respeito à esfera estadual do Rio de Janeiro, o grupo é associado unicamente ao IFRJ *campus* Duque de Caxias, proporcionado espaços de debates sobre a construção científico-didática em QV e momentos de apresentação/divulgação dos trabalhos realizados e seus respectivos resultados, ambas integrações realizadas a nível internacional. Com isso, pode-se ampliar o arcabouço

teórico-formativo daqueles que cursam a licenciatura em Química e, conseqüentemente, aprimorar a mão de obra a ser preparada para o exercício da docência. Nacionalmente, destaca-se a Grupo de Síntese Orgânica Ambiental (IQ-UFRJ), Grupo de Pesquisa em Biocatálise (UFScar), Grupo de Inovação em Química Verde (UNESP), Grupo de Investigação no Ensino de Química Verde (UFSC), Grupo de Pesquisas em Química Ambiental (UNICAMP), Grupo de Pesquisa Engenharia de Processos, Catalíticos, Biorrefinaria e Química Verde (UNIFESP), Verbe Lab (IFRJ CDuC) e WWVerde (UFPEl).

3.1.2 Os principais conceitos por trás da ciência verde

De acordo com o exposto anteriormente, pode-se notar que com o passar dos anos a Química Verde deixou de ser um único um projeto de pesquisa e tornou-se um grande campo do saber pertencente às Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Nesse sentido, faz-se necessário estudar os principais conceitos por trás deste campo de estudo, a fim de enquadrar devidamente a pesquisa realizada. Assim, segundo Lenardão *et al.* (2003, p. 124), “Química Verde pode ser definida como o desenho, desenvolvimento e implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente”.

Debruçado nesse conceito amplo, os estudos fundamentados na Química Verde se baseiam em doze princípios elementares fundados por Anastas e Warner (1998), sendo possível analisá-los na seguinte figura:

Figura 1 – Os doze princípios da Química Verde.



Fonte – Anastas e Warner (1998 apud Silva Júnior, Jesus e Giroto Júnior, 2022, p.1010).

Baseado nesses fundamentos, a QV vem evoluindo com finalidade de integralizar nos procedimentos experimentais tais características sustentáveis, implementando metodologias mais verdes e alcançando o mesmo produto almejado obtido no procedimento experimental tradicional (LEFF, 2012). Ademais, é preciso destacar que outros estudos realizados apontam a necessidade pela expansão destes princípios, com intuito de que novos aspectos sejam abarcados pelos fundamentos que regem a Química Verde. Neste sentido destaca-se o trabalho intitulado “Química Verde: a evolução de um conceito” (SOUSA-AGUIAR *et al.*, 2014), no qual se propõem novos parâmetros factíveis, visando a expansão supracitada.

Ainda sobre a Química Verde, sabe-se que o estudo da área é fundado consoante aos muitos problemas herdados pelo passado sem os devidos cuidados ambientais, por esse motivo há um investimento dos recursos para as pesquisas em escala mundial (MARQUES *et al.*, 2007). Tal prerrogativa ocorre em função da necessidade por medidas imediatistas sobre as questões ecossistêmicas vigentes, ameaçando inclusive o habitat do Homem. Apesar dessa urgência é de caráter imprescindível que haja uma reflexão sobre a importância que a indústria e que a pesquisa tem para a sociedade. De acordo com os resultados publicados da 4ª Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEA-4) pela UNEP (2019), a indústria química, de modo geral, movimentou 5,7 trilhões de dólares, equivalente a 7% do PIB (Produto Interno Bruto) da economia mundial. Isto posto, percebe-se que não está dentre as opções mais factíveis frear esta escala produtiva defronte aos problemas ambientais, já que essa comuta radical causaria outros problemas econômicos, sociais e políticos. Assim sendo, a Química Verde assume o papel de desenvolver estudos e ações científicas e/ou processos industriais ecologicamente corretos. Portanto, no que diz respeito à incumbência da área de estudo em questão, afirma Aguiar *et al.* (2014)

[...] 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 a 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 (AGUIAR *et al.*, 2014, p. 1257).

Logo, a Química Verde assume uma grande responsabilidade científica de romper os paradigmas metodológicos tradicionais da indústria e cumprir com o dever social de desconstrução do consumismo, da exploração econômica e da despreocupação com as medidas ambientais, aceleradas ainda mais com o modo de vida adotado pelas pessoas no século XXI (FERREIRA; DA ROCHA; DA SILVA, 2014).

Outrossim, para considerar este caráter transformador é preciso ponderar o campo de atuação da Química Verde nos diversos universos analíticos, de tal forma que se compreenda a ação conjunta e segregada entre a Química Verde e a Química Ambiental. Destarte, de acordo com Mozeto (2002)

[...] a Química ambiental atua estudando os processos químicos que ocorrem na natureza, sejam eles naturais ou ainda causados pelo homem, e que comprometem a saúde humana e a saúde do planeta como um todo (MOZETO, 2002, p. 7).

Por outro lado, segundo Prado (2003, p. 738), “A Química Verde tem a preocupação do desenvolvimento de tecnologias e processos incapazes de causar poluição”. Apesar das diferentes atuações, a contribuição da Química Ambiental é de extrema importância para criação dos conhecimentos em Química Verde, em razão da gama de fundamentos alicerçados sobre as noções prévias da Química Ambiental, considerando que o ramo ambiental desempenhou o papel fundamental na resolução de problemas na década de 1980, antes mesmo que a Química Verde fosse criada (BAIRD, 2018). No presente, é notório a atuação das diferentes áreas sob diversos objetos de estudo iguais, apropriando-se de abordagens e estudos diferentes. Em corolários, pode-se concluir, sem grandes pormenores, que a Química Verde visa sanar as investigações químicas sob uma perspectiva prévia, buscando inovações científicas e tecnológicas nas rotas laborais dos produtos que podem oferecer risco ao meio ambiente e à saúde humana (LI; ANASTAS, 2012). Sob outra ótica, a Química Ambiental trata principalmente dos processos nefastos naturais ou antrópicos após sua ocorrência, buscando uma resolução viável ambientalmente e as propondo as devidas medidas para que dados acontecimentos não ocorram novamente (MANAHAN, 2016). Desse modo, baseado em Oliveira (2010), os diferentes campos da Química agem incessantemente à procura das respostas para os problemas sustentáveis

contemporâneos, seguindo seus respectivos objetivos, ora agindo em conjunto outrora procedendo separadamente, a depender da situação e do objeto de estudo.

Com o passar dos anos a QV vem ampliando seu arcabouço teórico e prático, tratando-se de um ramo das Ciências que promove pesquisas qualitativas e quantitativas. Ao avançar do tempo, surgiu a necessidade por formas de avaliar de fato as propostas alternativas, tendo em vista os diversos parâmetros que compreendem a apuração e que nem toda suposta melhora pode significar um aperfeiçoamento do material de estudo (FERREIRA; DA ROCHA; DA SILVA, 2014). Diante desta problemática, foram desenvolvidas as métricas químicas, ou seja, medidas quantificáveis utilizadas para analisar o conjunto de resultados das reações feitas (MACHADO, 2014; GONÇALVES, 2017). Em termos clássicos, as reações químicas usam como métrica de eficiência de manipulação dos átomos, quase exclusivamente, o rendimento químico do produto desejado, um instrumento quantitativo famigerado. Conceitualmente, de acordo com Kotz *et al.* (2005)

[...] o rendimento reacional teórico pode ser descrito matematicamente como a proporção de matéria obtida no processo reacional, cujas respectivas quantidades de matéria se convertam completamente nos produtos esperados, obedecendo inclusive a estequiometria da reação (KOTZ *et al.*, 2005, p.168).

Entretanto, para melhor julgar o real rendimento da reação é necessário levar em conta outros fatores, como a seletividade, isto é, a razão entre a quantidade de produto obtido e a quantidade teoricamente esperada a partir da estequiometria da reação se todo o reagente limitante foi convertido em produto (JHON, 1994). Neste contexto, narra Machado (2007):

No início dos anos noventa do século XX reconheceu-se que nas reações de síntese de compostos era tão importante prestar atenção aos resíduos como ao produto, já que a postura clássica de maximização exclusiva de rendimento químico não garante o uso eficaz dos recursos atômicos aportados nas matérias-primas. Portanto, descobriu-se que, para usar eficientemente os átomos dos reagentes, era tão fundamental minimizar a produção de resíduos como maximizar o rendimento. Esta descoberta levou à emergência de uma nova postura dos químicos de processo, a qual é um dos pilares mais fortes da QV – a inclusão da não produção de resíduos como um segundo objetivo tão importante como a obtenção do produto, que deve ser sempre perseguido, proativa e sistematicamente, com forte voluntarismo. Esta mudança explícita de atitude paradigmática, afinal o âmago da QV, levantou um novo problema de otimização das condições de realização das reações químicas, mais complexo que o clássico – porque envolvia objetivos a duas “dimensões”: a da

produção do produto desejado e a da não produção de resíduos. Como estas duas coordenadas não são ortogonais, os respectivos percursos para atingir a meta final estão correlacionados entre si, e os químicos tiveram de introduzir novas grandezas para os analisar – grandezas que pudessem manejar adequadamente para otimizar globalmente a realização das reações com vista a obter consensos razoáveis quanto aos resultados que podem ser atingidos em cada uma das duas coordenadas (MACHADO, 2007, p. 50).

De acordo com a quebra de paradigma desse tradicional método de avaliação da reação química, houve um aumento de hipóteses para que as variáveis responsáveis por determinar os impactos das alterações fossem descobertas e padronizadas. Nesse sentido, surgiram as teorias criadas por Trost e Sheldon (2002), cujas ideias eram baseadas nas variáveis de economia e utilização atômica percentual, sendo eles valores absolutos que permitem levar em consideração todos os aspectos não considerados nas métricas de massa, como os reagentes em excesso e os reagentes não convertidos, ficando popularizado como métricas de incorporação de átomos dos reagentes no produto (STEINBACH; WINKENBACH, 2000; MACHADO, 2018).

Mais tarde, outros dois elementos de grande importância seriam constatados por Sheldon (2007), o fator E (razão entre a massa de resíduos e massa do produto desejado, em quilogramas) e a intensidade de massa, originando uma nova perspectiva sob a avaliação das reações, na qual destacava-se a minimização da produção de resíduos (MACHADO, 2018). Tal metodologia não levaria em consideração os aspectos mais relevantes pensados nas métricas de incorporação de átomos dos reagentes no produto, contudo olhava sob a perspectiva da rota sintética utilizada, ficando conhecida como métricas de minimização da produção de resíduos (CURZONS *et al.*, 2001).

Diante desse cenário, foram concebidas as métricas holísticas, uma técnica capaz de analisar todos os aspectos estudados de forma integral, abrangendo as particularidades das métricas de incorporação de átomos dos reagentes no produto e das métricas de minimização da produção de resíduos (RIBEIRO; MACHADO, 2012).

Tratando-se de Química Verde, Machado (2008) afirma que a avaliação do rendimento é uma questão complexa e de grande importância para os estudos realizados nesta respectiva área. Segundo o autor, enquanto as métricas de massa referem-se aos dois primeiros princípios da Química

Verde, as métricas de incorporação de átomos dos reagentes no produto ao sexto e as métricas holísticas consideram simultaneamente os doze princípios da Química Verde. Assim, para uma avaliação de verdura mais completa, nas métricas holísticas todas as demais são estudadas, pois pretende-se ter entendimento integral dos aspectos envolvidos no procedimento experimental quantitativamente e preocupa-se com a qualidade da fase experimental para frutos de comparações em relação às rotas tradicionais (RÜNTZEL; MARQUES, 2022). Nesse sentido, Costa (2011) afirma que

[...] em suma, embora a QV seja já um campo estabelecido da Química, a sua prática exige uma mudança de atitude por parte dos químicos – com inclusão de um paradigma de pensamento holístico, que considere como unidade básica de raciocínio o ciclo de vida do composto e do processo usado para o seu fabrico, considerando o seu alcance global, mesmo quando se investiga apenas um detalhe do ciclo (COSTA, 2011, p. 3).

Posto isso, destaca-se dentre as principais métricas holísticas em Química Verde a Estrela Verde ou *Green Star*, que pode ser definida, segundo Ribeiro, Costa e Machado (2010) como

[...] uma estrela de tantas pontas quantos os Princípios da QV em jogo no problema em análise, e em que o comprimento de cada ponta é tanto maior quanto melhor for o cumprimento do respectivo princípio, de modo que a área da estrela é tanto maior quanto maior for a verdura global do processo químico em estudo (RIBEIRO; COSTA; MACHADO, 2010, p. 760).

Além da Estrela Verde, outra métrica que é empregada para as análises métricas em Química Verde é a Matriz Verde. Conceitualmente, de acordo com Machado (2014), a métrica em questão

[...] é uma ferramenta que usa os mesmos critérios do círculo verde na avaliação da verdura química, mas que, por meio da realização de uma análise SWOT, permite obter uma visão mais completa seja da própria verdura química, ou das possibilidades de melhorá-la (MACHADO, 2014, p. 194).

Portanto, fundamentado nos conceitos abordados anteriormente, conclui-se que as métricas são parte importante do universo da Química Verde, de modo que essas interpretações também sejam mutáveis e que o objetivo de ampliar o caráter sustentável nos mais diversos ambientes seja cada vez mais difundida, especialmente no campo educacional, da pesquisa e da indústria,

considerando que estes agentes são os principais responsáveis pela criação e manipulação dos materiais e dos conhecimentos científicos.

3.1.3 Ensino de Química Verde

O direito à educação pública no Brasil é um preceito defendido há mais de 90 anos, tendo suas principais origens no Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, no movimento conhecido como Escola Nova, cujo documento propunha um sistema escolar público, gratuito, obrigatório e leigo para todos os brasileiros até os 18 anos, que foi definido constitucionalmente nos anos seguintes (SILVA, 2011). Em 1934, apesar das amplas controvérsias legislativas, Bittar e Bittar (2012) afirmam que em conformidade com o Art. 150 da Constituição da República do Brasil, naquele momento somente estava assegurado o acesso gratuito ao ensino primário integral.

Debruçado sobre as muitas lutas sociais pela educação pública de qualidade, esta oferta para todas as idades só foi de fato promulgada no decreto de Lei nº 378, de 13 de janeiro de 1937, sendo considerado por muitos estudiosos como o momento em que se estabeleceu uma ampla reforma e estruturação do sistema educacional brasileiro (VIEIRA, JÚNIOR, 2016). Nesse cenário, as devidas demandas sociocientíficas foram melhores abarcadas continuamente com o passar dos anos, conseqüentemente culminando na atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 9394/96 (LDB), a qual rege a educação brasileira até o presente momento (MIGUEL, 2006). Nesse sentido, a lei em questão, no seu artigo 2 (1996) defende que:

Art. 2º A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, p. 10, 1996).

Desse modo, torna-se dever do Estado a oferta pelo ensino de qualidade, com intuito de formar um cidadão consciente dos seus direitos e deveres sociais. Pautada nesse documento, que rege de forma generalizada a educação nacional, também fica previsto a criação da Base Nacional Comum Curricular, por intermédio do Artigo 26, cujos currículos da Educação Infantil, do Ensino Fundamental e do Ensino Médio devem ser embasados, levando inegavelmente em conta as características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos. A vista disso, destaca-se no respectivo

documento a ênfase dada aos assuntos que concernem à sustentabilidade e seus temas cognatas, contando com 11 dentre as 26 habilidades presentes na sessão dedicada ao Ensino Médio no âmbito das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (EM13CNT101, EM13CNT102, EM13CNT103, EM13CNT104, EM13CNT105, EM13CNT107, EM13CNT206, EM13CNT302, EM13CNT306, EM13CNT307 e EM13CNT308) (BRASIL, 2018). De acordo com Braga *et al.* (2021) tal fator elucida a necessidade pela inclusão dos respectivos temas na formação dos discentes, uma vez que o tema é parte fundamental na construção do cidadão do futuro, conscientes das questões ecossistêmicas à sua volta.

No mesmo documento oficial, também é possível notar os apontamentos para a necessidade de um ensino científico voltado à criticidade e à transformação da realidade. A vista disso, A BNCC (2018) evidencia que

[...] o ensino de ciências da natureza tem um compromisso com o desenvolvimento científico, que envolva a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência (BRASIL, 2018, p. 273).

Nesse sentido, nota-se que o campo do saber em questão assume uma responsabilidade de traduzir os fenômenos observados de modo palatável para os discentes, com propósito de que os mesmos façam uma leitura crítica dos eventos que os cercam, especialmente se tratando das questões relativas à sustentabilidade e à construção do amanhã ambientalmente utópico, porém fortemente influenciado pelas atitudes do hoje, quer sejam elas corretas ou não (FREITAS, 2017).

Posto isso, é de saber social que a Química é a ciência responsável por estudar a composição, a estrutura e as propriedades da matéria, bem como as mudanças sofridas por ela durante as reações químicas e sua relação com a energia (MORTIMER, 1997). No entanto, a educação em Química deve ir muito além da transcrição dos assuntos científicos do ramo químico, consonante com as documentações jurídicas supracitadas. Isto posto, segundo Wartha, Silva e Bejarano (2013)

[...] adotar o estudo de fenômenos e fatos do cotidiano pode recair numa análise de situações vivenciadas por alunos e professores, que por diversos fatores, não são problematizadas e conseqüentemente não analisadas numa dimensão mais sistêmica como parte do mundo físico e social (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013, p. 85).

É de caráter imprescindível que se entenda profundamente o motivo pelo qual o campo de estudo faz parte da formação que, por lei, deve ser ofertada obrigatoriamente a todo povo brasileiro, sem exclusão do aspecto formativo ambiental. A respectiva ideia aponta para importância da alfabetização científica, especialmente a que diz respeito às questões práticas. Assim, de acordo com Lorenzetti e Delizoicov (2001 apud SILVA, 2007)

[...] a alfabetização científica prática caracteriza-se por tornar o aluno apto a resolver, de forma imediata, problemas básicos que afetam sua vida, por estar mais relacionada às necessidades básicas das pessoas, como alimentação, saúde e habitação. Uma pessoa com conhecimentos mínimos sobre estes tópicos pode tomar decisões mais acertadas quanto a hábitos e reivindicações de condições mais dignas, tanto individualmente quanto coletivamente (SILVA, 2007, p. 25).

A vista disso, Chassot (2014) reforça a importância de um ensino voltado para a realidade e destaca que o professor necessita buscar a alfabetização científica do educando, implementando em suas práticas docentes um ensino que contemple os aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Com isso, o ensino de Química tem o encargo de formar cidadãos capazes de criticar práticas tradicionais e, até mesmo mudá-las, de modo que o rompimento deste paradigma permita a todos os indivíduos uma construção socioeducativa mais consciente de sua realidade, seus direitos civis e deveres sociais. Nesse sentido, também afirmam Coelho e Marques (2007) que quando se faz presente na sala de aula os ditos “temas químicos sociais”, inseridos da maneira correta, os educandos criam uma relação entre conhecimento químico com problemas de relevância para a sociedade, acometendo com a visão hegemônica da neutralidade do conhecimento químico e sua contribuição pedagógica.

Além disso, no que diz respeito ao aspecto sustentável, esta construção debruçada sob novas perspectivas ambientalistas educacionais destinadas àqueles que nasceram nos últimos séculos tem maior impacto como potencial agente transformador, como defendido pelos grandes teóricos da educação, comprovando que o acesso à informação, especialmente na Era da Tecnologia, molda o olhar das gerações futuras, permitindo que novas atitudes sejam construídas e as devidas reparações ecossistêmicas sejam realizadas (ZERBINI, 2008).

A partir dessa concepção de formação pautada nas questões ambientais, a QV assume uma função essencial para promoção da alfabetização científica. Com base em Braun (2006)

[...] a Química Verde apresenta-se significativa para as Ciências Sustentáveis, baseada na química, no ambiente e na responsabilidade social, ao permitir um lugar para a criatividade e pesquisas inovadoras, com programas de alcance e abordagens interdisciplinares, iniciativas que recrutem e criem uma comunidade de educadores globais, sendo estas formas pelas quais a percepção social da química possa influenciar positivamente. (BRAUN *et al.*, 2006, p. 1129).

Assim sendo, para Prado (2003) a QV deve contribuir com a criação da produção científica podendo auxiliar em diversos aspectos de grande importância para o âmbito da pesquisa e, além dessa atribuição que possui originalmente, a área de estudo também tem grande potencial de provar aos alunos como a sustentabilidade pode ser inserida no cotidiano de todos, tendo como principal objetivo a busca pelas inovações tecnológicas com finalidade de tornar as atividades que fazem parte do nosso dia a dia mais sustentáveis.

A vista desta possibilidade de proporcionar aos educandos a construção de um pensamento crítico e inovador, a QV deve fazer parte desta construção discente. Deveras, vale ressaltar que os conhecimentos que dizem respeito a área sustentável não devem ser necessariamente trabalhados simplesmente como conceitos científicos (NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006). Como afirmam Moreira, Aires e Lorenzetti (2017, p. 201) “A QV, quando inserida no ensino partindo de uma reflexão ética e consciente, pode possibilitar a formação de indivíduos com atitudes mais conscientes perante a sociedade e ao ambiente”. Desse modo, a abordagem da QV não deve ser feita somente para conceituar o campo de atuação e/ou apresentar as principais concepções que respaldam os estudos do ramo ambientalista, e sim de maneira que promova na figura do aluno uma construção multidisciplinar, interdisciplinar e transversal, contribuindo com o panorama sustentável sobre cada conteúdo abordado (BRANDÃO, 2019).

Levando em conta a importância da QV no contexto da sala de aula, Sandri e Santin Filho (2019) ressaltam que para dada construção é preciso que novas metodologias de ensino sejam pensadas, uma vez que o modelo retrógrado conhecido como metodologia tradicional não proporciona ao discente a oportunidade de inovação e de criticidade sobre os conteúdos

estudados. Desse modo, destaca-se a importância da estratégia pedagógica nesta construção, devendo abarcar os aspectos científicos tecnológicos e sociais, cuja intermediação feita pelo professor deve ofertar ao seu aluno a oportunidade de se tornar protagonista da sua construção e, quando é necessário, deve lembrá-lo da importância da sustentabilidade e dos temas adjacentes a esses, possibilitando construção autônoma e assistida (FERNANDES *et al.*, 2016).

Dessa forma, com fundamento em Almeida *et al.* (2019), as licenciaturas assumem um papel de protagonismo nesta construção do “novo amanhã”, de modo especial a Licenciatura em Química, cujo profissional em formação deve entender os fenômenos científicos que os cercam, contribuindo para uma formação educativa mais humanitária e consciente da realidade ambiental emergente em voga e, impulsionado por dada demanda, este futuro docente deve promover ações pedagógicas que visem transformar o atual panorama ecológico. Nota-se que a educação é a maior ferramenta de reforma social e por meio dela é possível redimensionarmos nossa realidade para novos padrões. Com isso, a formação dos futuros formadores torna-se de suma relevância, uma vez que por meio delas pode-se ampliar as concepções ambientais para novos horizontes mais seguros.

Por fim, para além dessa discussão sobre a educação de qualidade e a importância dos assuntos relativos à sustentabilidade nessa estruturação, é preciso analisar o acesso de todos ao espaço formal de educação. Desse modo, a pesquisa mais breve realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) indica que somente 31,9% da população brasileira adentram no Ensino Médio, sendo que deste número somente 27,4% do todo cursa plenamente o curso. Assim, sem empregar juízo de valor ao preparo pedagógico dos professores e abordagens de fato das questões pertinentes, Krawczyk e Silva (2017) salientam que menos de um terço da sociedade do Brasil acessa minimamente e conclui o Ensino Médio, o espaço propício e exigido para que os alunos tenham contato com os assuntos que dizem respeito a área da Química, suas competências, suas habilidades e seu papel social. Dessa maneira, é preciso planejar também novas políticas de adesão para aqueles que ainda não foram incluídos ao sistema nacional educacional, estimulando novas noções de sua realidade a fim de que o indivíduo se sinta

inserido, tendo desejo pela construção do conhecimento e, acima de tudo, tendo a oportunidade de formar-se para exercer sua cidadania (NETO, 2009).

3.2 CONSTRUÇÃO DO FAZER DOCENTE

A formação docente se inicia a partir do momento em que o futuro professor faz sua escolha pelo alvo de estudo e se dedica a compreender quais são as estratégias para propor a aprendizagem de uma nova experiência aos discentes. Conforme afirma Flores (2010):

Tornar-se professor constitui um processo complexo, idiossincrático e multidimensional que implica o “aprender a ensinar” (às vezes, associado aos aspectos mais técnicos do ensino) e a socialização profissional (decorrente da interação entre indivíduo e contexto), bem como a construção da identidade profissional (FLORES, 2010, p.182).

Desse modo, as instituições formativas têm um papel fundamental nesta construção profissional, uma vez que assumem a incumbência de ensinar para além de estratégias pedagógicas e/ou conteúdos geradores, promovendo na figura do docente a construção de uma identidade educativa e uma visão reflexiva sobre o ato de fazer educação (AZEVEDO *et al.*, 2012). Contudo, a dita formação inicial é apenas um dos processos pelo qual o profissional da educação deve passar, entendendo a importância política que o exercício de sua profissão tem e, além disso, o potencial transformador que a atividade possui diante uma perspectiva ideal de sociedade que preza de igualdade e desprendidas de todos os pré-julgamentos (D'ÁVILA, 2017). Assim, segundo Bezerra (2020), ainda que esta formação seja alicerçada da maneira mais concisa possível, é preciso que o aprendizado ocorra de maneira continuada, ou seja, além do intervalo de tempo transcorrido no ambiente formativo inicial.

Dito isso, ao tratar-se do ensino de Ciências, é preciso levar em conta que, além da necessidade de aprimoramento no exercício da profissão, o campo do saber também está sob constante construção. Com base nessa realidade, Zucco (2011, p.733) afirma que “A Ciência Química não é somente descoberta. É, também, e especialmente, criação e transformação”. Logo, nota-se que as ciências, especialmente a Química, sofrem com mudanças e descobertas que alteram conceitos e paradigmas por trás deste campo do saber. Não obstante, nesse mesmo sentido, Freire (1993) diz que “[...] o Educador precisa estar à altura de seu tempo”. Portanto, o professor não deve encarar sua realidade como se esta estivesse fundada sobre a inércia, isto é,

um processo repetível como receita imutável, mas deve tratá-la como uma construção subjetiva e temporal, cujo conhecimento seja uma transcrição momentânea da realidade e dos conceitos que a cercam. Por esse motivo, a formação continuada torna-se de suma importância, uma vez que de acordo com Freire (1979)

[...] é preciso que a educação esteja – em seu conteúdo, em seus programas e em seus métodos – adaptada ao fim que se persegue: permitir ao homem chegar a ser sujeito, construir-se como pessoa, transformar o mundo, estabelecer com os outros homens relações de reciprocidade, fazer a cultura e a história (FREIRE, 1979, p.21).

Assim, Mancebo (2013) reitera que a busca incessante pelo conhecimento, quer seja ele pedagógico ou específico, permitirá ao educador adquirir experiências capazes de moldar seu olhar sobre o exercício de sua profissão e trazer novas noções que serão apresentadas aos seus alunos, especialmente neste grande universo de inovações tecnocientíficas vividas no século XXI.

3.2.1 Conhecimento Pedagógico do Conteúdo

Mediante o desafio de entender a formação docente e as partes que a compõem, Shulman (1986) propôs três categorias de conhecimento presentes no desenvolvimento cognitivo do professor: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular. Dentre as respectivas classes, destaca-se o conhecimento pedagógico do conteúdo, conhecido como PCK, derivado da tradução de *Pedagogical Content Knowledge*.

A evidência, segundo Shulman, deve-se ao fato de que a classe em voga tem possibilidade de identificar os componentes distintos do conhecimento para o ensino e envolve a intersecção dos conteúdos e da pedagogia na compreensão. No que diz respeito à definição do termo, na primeira publicação sobre o respectivo tema, Shulman (1987, p. 8) definiu que “PCK é aquela amálgama especial entre conteúdo e pedagogia que pertence unicamente ao universo de professores, sua forma especial de entendimento profissional”. Para o autor, o conteúdo específico tem seu devido valor, contudo é preciso “pedagogizar” o assunto, de modo que os alunos acessem o tema que está sendo proposto. O autor também salienta que essa capacidade de transformação é o que diferencia o professor do especialista, uma vez que o

profissional técnico não tem por obrigação traduzir os conhecimentos visando atingir da melhor forma seu público-alvo.

Mais tarde, em 1990, Pamela L. Grossman, orientada por Shulman durante seu doutorado, sistematiza os componentes da base de conhecimentos de professores e sua relação com o PCK. Para a autora (1990 apud ALMEIDA *et al.*, (2019) o desenvolvimento cognitivo do professor se deve à evolução de quatro tipos de conhecimentos, sendo eles:

O conhecimento pedagógico geral, que congrega o conhecimento dos alunos e de sua aprendizagem, bem como as habilidades relacionadas à gestão da sala de aula e ao conhecimento do currículo tanto horizontal quanto verticalmente; O conhecimento do conteúdo específico, que é constituído por aquele que é objeto de ensino e, portanto, tem influência direta nas decisões curriculares; O conhecimento do contexto, que abrange a compreensão de onde o docente irá atuar, o que implica conhecer os alunos individualmente e como grupo, a organização administrativa e pedagógica da escola, as particularidades sociais e culturais da comunidade onde está a escola e seus alunos, os quais demandarão ajustes dos conhecimentos do professor a essas especificidades; O conhecimento pedagógico do conteúdo, tido como conhecimento nuclear, uma vez que interage com todos os demais (ALMEIDA *et al.*, 2019, p.136).

Para Grossman (1990), o PCK não se constitui simplesmente pelo conhecimento de cada uma dessas categorias, mas por sua integração, combinação e transformação, algo que é influenciado e influencia os demais domínios do conhecimento. Logo, trata-se de um constructo complexo, que abarca um conjunto de conhecimentos que são implícitos e dinâmicos, envolvendo uma mobilização coesa e articulada. Assim sendo, segundo a pesquisadora (1990 apud ALMEIDA *et al.*, 2019), o PCK é algo que pode ser aprendido, seu desenvolvimento tem início nas situações de observação de aulas durante o próprio processo de escolarização; segue, depois, na formação inicial, nos cursos específicos e na prática propriamente dita, como professor atuante.

Além das propostas feitas por Grossman, muitos outros teóricos da educação lançaram mão da teoria de Shulman para compor seu modelo de processo de construção docente (FERNANDEZ, 2015). É preciso salientar que todos os autores citados anteriormente compuseram seus modelos debruçados sobre os estudos por Shulman, os quais servem como diferentes óticas, inclusive de diferentes áreas do conhecimento, completando realidades heterogêneas pré-concebidas.

Atualmente, o estudo do PCK é amplamente empregado para investigar a formação docente, de modo a compreender a importância deste referido tipo de conhecimento e em que momento se origina esta habilidade de viabilizar pedagogicamente o aprendizado de um dado conceito de qualquer área específica do saber (FERNANDEZ, 2011).

A partir da prerrogativa de que o conhecimento pedagógico do conteúdo tem caráter importante para a realização do trabalho docente, alguns autores defendem que esta preparação deve ser construída especialmente durante a formação inicial, sendo este o principal momento em que a identidade profissional será formada em contato com os seus formadores e com o respectivo campo de estudo que será lecionado. Assim afirma Flores (2015),

[...] o sentido de preparação para a profissão durante a formação inicial de professores parece ser mais determinante em relação ao sentido de autoeficácia e orientação profissional, destacando-se ainda características da personalidade, bem como a motivação para entrar num curso de ensino, o que corrobora a importância da pessoa e do contexto no processo de tornar-se professor (FLORES, 2015, p. 140).

Outros, porém, entendem o papel que a formação inicial possui e empregam ao exercício da profissão, uma etapa fundamental para que o docente, de fato, entenda quais são os aspectos imprescindíveis para a composição da sua identidade profissional, baseado nas suas experiências vivenciadas como licenciando e como licenciado. Nesse mérito de formação pautado nas experiências, Tardif (1991, apud NUNES, 2001, p. 4) reitera que “os saberes da experiência não são saberes como os demais, eles são, ao contrário, formados de todos os demais, porém retraduzidos, ‘polidos’ e submetidos às certezas construídas na prática e no vivido”. Nesse sentido, também afirma Gimeno (1999, p. 73): “A prática educativa é o produto final a partir do qual os profissionais adquirem o conhecimento prático que eles poderão aperfeiçoar”.

Para Shulman, quando perguntado sobre o desenvolvimento do PCK no desempenho da atividade educativa em uma entrevista, o autor (2010) afirmou que

[...] é claro que professores excelentes podem desenvolver o PCK apenas através de suas práticas de ensino, mas a experiência não é garantia para o desenvolvimento profundo do PCK. Os professores devem ser propositadamente ensinados a enxergar como ideias complexas de sua área do conhecimento podem ser representadas

de forma que os estudantes compreendam melhor. E para termos um conhecimento pedagógico do conteúdo, temos que entender o que faz algumas ideias serem de difícil compreensão e que tipos de exemplos, analogias e problemas podem torná-las mais claras para os alunos. Uma preparação efetiva do professor, que o permita desenvolver o PCK, certamente proporcionará um valioso começo em sua trajetória de ensino. É como dizemos, alguns professores têm 20 anos de experiência, outros têm apenas um ano de experiência que eles repetem vinte vezes. Essa é a razão de vermos tanto professores jovens e ótimos, como professores antigos e péssimos (SHULMAN, 2010, p. 2).

Desse modo, nota-se a importância pelos estudos realizados acerca do PCK dos docentes, sobretudo porque permitem melhor compreender os aspectos formativos e práticos que denotam preparo para exercer a docência, debruçado pelos as referidas experiências vivenciadas como discente, durante a formação inicial, e como docente, no exercício da função, culminando em uma reflexão ampla sobre a prática docente e a construção desse conhecimento pedagógico e específico. Por esse motivo, aponta Freire (2009, p. 42-43) “A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer”. Através dessa ótica, a formação de professores pode ser estudada por meio de duas dimensões que se relacionam intimamente na prática: uma responsável pela rigorosa formação científica e a outra responsável por uma imersão exigente apoiada no contexto real de trabalho, cujos fundamentos devem ser articulados e não justapostos, isto é, não se separa experiência pedagógica/forma e conteúdo científico (VALENTE; VIANA, 2009).

A partir desse contexto, é factível assinalar a relevância pelas pesquisas que denunciam o “*missing paradigm*” (1986), dada a inexistência de pesquisas sobre o processo através do qual o conhecimento do professor se transforma em conteúdo de instrução, os métodos utilizados para essas conquistas e, especialmente, o processo de construção desse profissional reflexivo e crítico da realidade (SHULMAN, 1986). Destarte, o estudo em questão visa responder perguntas de ordem intelectual, prática e normativa que cercam a retórica sobre o processo formativo docente.

4 METODOLOGIA

Com base nos argumentos defendidos por Ludke e André (2020), a pesquisa realizada neste trabalho é fundamentada em uma abordagem qualitativa, posto que, segundo os estudiosos, este modelo metodológico melhor se adequa aos parâmetros das pesquisas na área da educação, já que permitem um melhor entendimento dos problemas estudados, levando em conta os aspectos particulares. Entende-se como estudo qualitativo aquele que “[...] privilegia a análise de microprocessos, através do estudo das ações sociais individuais e grupais, realizando um exame intensivo dos dados, e caracterizada pela heterodoxia no momento da análise” (MARTINS, 2004, p. 289).

Além do aspecto metodológico, vale salientar que a investigação realizada se trata da formação científica-pedagógica dos docentes da área da Química que atuam no curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro *campus* Duque de Caxias, de modo a compreender em quais momentos os docentes adquirem os conhecimentos necessários para o exercício pleno da sua profissão, de forma especial os conhecimentos sobre o campo da Química Verde. Posto isso, segundo Teixeira (2012), para melhor compreender a formação docente, deve-se analisar a prática dos professores formadores no processo de capacitação das habilidades e competências necessárias para a prática do ensino, já que a experiência acadêmica visa propiciar ao aluno a criação de uma concepção educacional subjetiva.

Assim, o desenvolvimento inicial se dará das mais diversas formas, alicerçado nas mais diversas oportunidades experimentadas durante sua graduação. Por esse motivo, “o objeto de estudo é tratado como único, uma representação singular da realidade que é multidimensional” (LUDKE; ANDRÉ, 2020, p. 24). Ademais, a pesquisa em questão leva em conta os aspectos primordiais: como o objetivo à descoberta; a interpretação de um contexto; a retratação completa da realidade e o uso de variadas fontes de informação.

Cabe ressaltar que a pesquisa analisou aspectos referentes aos períodos letivos de 2022 (2022.1 e 2022.2). A escolha deste ano decorre da volta ao ensino presencial após a instauração da pandemia da COVID-19. Dessa maneira, o período retrata a retomada das atividades realizadas

normalmente, dotada de mudanças e avanços em virtude das vivências virtualizadas no período pandêmico.

4.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

4.1.1 Projeto Pedagógico de Curso e Ementário do Curso

No primeiro momento, a pesquisa ocorreu com ênfase na análise dos documentos oficiais que regem o curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro *campus* Duque de Caxias, sendo eles: Projeto Pedagógico de Curso (PPC) e o Ementário das disciplinas obrigatórias de Química (teóricas e experimentais). Acerca disso, o método de análise documental é amplamente utilizado no ramo educacional, já que usa registros e documentos disponíveis, corroborando com detalhes concisos que fundamentam o objeto de estudo (LUDKE; ANDRÉ, 2020). Dessarte, ambos os arquivos examinados foram obtidos no site do IFRJ para fins de pesquisa.

Nesse sentido, para realização da análise supracitada, utilizou-se a estratégia de leitura conhecida como *scanning*. Segundo Pereira e Santos (2017), a leitura *scanning* caracteriza-se fundamentalmente como busca de uma informação específica, ou seja, a técnica consiste em correr os olhos pelo texto até localizar a informação desejada. Logo, ao realizar-se a leitura dos respectivos documentos foram apurados termos, vocábulos e palavras que fizessem referência ao Ensino de Química Verde, como: sustentabilidade, Química Verde, meio ambiente, rotas alternativas, educação ambiental, Química Ambiental, ecossistema, etc.

No entanto, a partir do estudo feito, notou-se que somente por intermédio do exame dos escritos não há informações suficientes para compreender se os critérios estudados estão sendo devidamente inclusos no cotidiano educacional. Nesse contexto, afirma Kripka, Scheller e Bonotto (2015)

Os documentos são amostras não-representativas dos fenômenos estudados – por vezes os documentos não traduzem as informações reais, visto que não foram elaborados com o propósito de fornecer dados para uma investigação posterior ou a quantidade de documentos não permite fazer inferência (KRIPKA; SCHELLER; BONOTTO, 2015, p. 71).

Em decorrência disso, percebeu-se a necessidade de investigação pela atuação dos docentes neste referido ano, analisando inclusive as experiências

com o tema da pesquisa e a significância/abordagem dada pelos no decorrer de suas aulas.

4.1.2 Questionário

Na segunda ocasião, a pesquisa lançou mão da metodologia de pesquisa de estudo de caso, cuja atividade realizada tratou-se da elaboração e aplicação de um questionário destinado aos docentes atuantes durante os semestres de 2022.1 e 2022.2, nas disciplinas obrigatórias de Química do curso de Licenciatura em Química do IFRJ CDuC.

Com base em Berry, Conant e Parasuraman (1991), um questionário é definido como um conjunto de questões, feito para gerar os dados necessários para se atingir os objetivos do projeto e investigar uma situação problema. Sob essa perspectiva, o questionário é uma ferramenta amplamente utilizada na pesquisa, cujas principais características são o grande alcance do público-alvo de forma remota e aquisição de respostas de maneira rápida e precisa, sem a influência do pesquisador nas respostas (CHAGAS, 2000). Além de economizar tempo, no processo há uma maior liberdade para os respondentes, em virtude do anonimato garantido (LAKATOS; MARCONI, 2003).

As questões em foco foram construídas e enviadas por meio da plataforma do *Google Forms*, contendo ao todo dez perguntas, sendo três abertas e sete fechadas. É de se referir que no início do questionário foi disposto ao destinatário o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o mesmo só prosseguia às perguntas caso confirmasse estar de acordo. Além disso, as respostas foram obtidas de forma totalmente anônima; o TCLE e o questionário podem ser consultados, respectivamente nos APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e APÊNDICE B - Questionário semiestruturado.

A produção das questões se deu de acordo com os modelos propostos por Burmeister, Rauch e Eilks (2012), que buscaram avaliar a implementação de aspectos relacionados ao desenvolvimento sustentável no ensino de Química. Logo, de acordo com Goes *et al.* (2013), os modelos podem ser definidos superficialmente como mostra a Tabela 1 seguidamente.

Tabela 1 - Modelos de abordagem da Química Verde.

Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3
<p>Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais: tal abordagem envolve a transformação dos tradicionais experimentos em experimentos orientados de acordo com os princípios da QV</p>	<p>Incorporação de estratégias sustentáveis como conteúdo no currículo de Química: nesse modelo, os princípios de química que embasam as estratégias usadas para contribuir ao desenvolvimento sustentável e à QV, bem como suas aplicações industriais, são trabalhados como conteúdos específicos no currículo</p>	<p>Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio científicos: esse modelo busca abordar conteúdos de química através do uso de questões sócio científicas no contexto de debates sociais controversos</p>

Fonte - Adaptado Goes *et al.* (2013, p. 115).

Baseado nos modelos de abordagem da QV, a construção foi feita em consonância à abordagem sobre formação docente com fundamento na concepção de Shulman (1986). Logo, com a atividade pretendeu-se investigar quais foram as áreas de atuação dos docentes, qual a experiência que estes possuem com os assuntos relativos à QV, em que momento se deu dado acontecimento, qual a relevância dos conhecimentos produzidos pela QV na sua opinião e, a partir de algumas prerrogativas que compõem os modelos de abordagem, quais são as melhores maneiras, o maior empecilho e qual a relevância que a promoção da inclusão da QV pode impactar nas aulas das disciplinas obrigatórias de Química, participando ativamente da promoção dos futuros docentes.

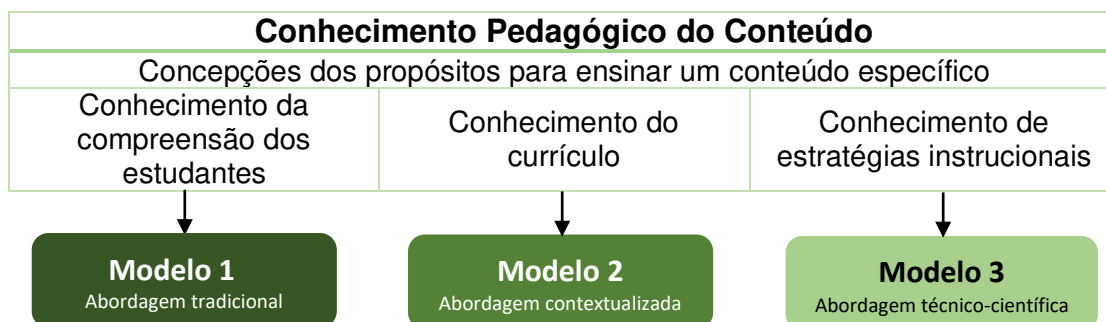
Para tal, adotou-se a sequência lógica citada anteriormente, a fim de compreender inicialmente quais são as experiências que o respondente possui na área de estudo e, em seguida, analisar os apontamentos pedagógicos alicerçados nas vivências ou na ausência destas. De tal modo, Oliveira e Geraldi (2010, p. 24) defendem que é fundamental “entender as realidades

para além do que nelas é quantificável e organizável de acordo com os parâmetros definidos pelo pensamento moderno”. Ademais, pautado nas premissas de Chagas (2000), é necessário que se dê a devida importância pela sequência, no qual se estabeleça uma ligação com o público-alvo e, posteriormente, receba os apontamentos subjetivos referentes aos focos da pesquisa, já que o ambiente deve ser estruturado de tal modo que proporcione ao entrevistado abertura para realizar suas colocações e opiniões.

O questionário foi enviado por e-mail a 19 professores e ficou disponível para receber respostas por aproximadamente um mês, entre março e abril de 2023. Os professores selecionados foram aqueles que atuaram no curso durante os períodos letivos de 2022 nas disciplinas obrigatórias de Química do curso de Licenciatura em Química do IFRJ CDuC. A pesquisa, ao fim do período pré-estipulado, contou com respostas de 16 docentes.

No que tange à análise das informações obtidas, realizou-se um estudo por intermédio do modelo proposto por Grossman (1990). Com base na autora, quatro são os pilares que compõem o conhecimento para o ensino: o conhecimento pedagógico, o conhecimento do conteúdo, o conhecimento pedagógico do conteúdo e o conhecimento do contexto. Levando em consideração a relação mútua que o conhecimento pedagógico do conteúdo tem com os demais conhecimentos, o estudo se apropriou deste artifício e buscou analisar as respostas segundo a perspectiva do PCK. Ademais, relacionando os aspectos descritos por Grossman (1990), no qual a abordagem ocupa as dimensões do conhecimento de estratégias de ensino, conhecimento do currículo e conhecimento da compreensão dos estudantes, utilizou-se os critérios descritos por Burmeister, Rauch e Eilks (2012), de modo a investigar o perfil das respostas dadas, conforme as experiências relatadas, enquadrando-as nos modelos de abordagem da Química Verde supracitados.

Figura 2 – Modelo de abordagem da QV de Burmeister, Rauch e Eilks.



Fonte – O autor (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ANÁLISE DOCUMENTAL

5.1.1 Projeto Pedagógico de Curso

Sabe-se que projeto pedagógico é um documento planejado visando orientar as decisões e atuações institucionais, de modo a oferecer o melhor serviço e contemplando os mais diversos públicos-alvo, pretendendo com isso oferecer a todos o ensino de qualidade acessível (GOUVÊA, 2006). Tratando-se de um registro que diz respeito a curso em específico, é preciso que neste sejam relatados os parâmetros diretivos em concordância com a respectiva área de atuação do curso e também sejam detalhados critérios que deverão nortear as relações existentes neste espaço com os diversos assuntos, as demandas pedagógicas-científicas e os princípios defendidos pela instituição (GUIMARÃES; MARIN, 1998). Logo, de acordo com Araújo e Dattein (2023), no documento é preciso que estejam inclusos os

[...] princípios, a interdisciplinaridade, a contextualização e a indissociabilidade entre Ensino, Pesquisa e Extensão, no sentido de promover a educação profissional, científica e tecnológica, contribuindo para a formação integral do ser humano e o desenvolvimento sustentável da sociedade (ARAÚJO; DATTEIN, 2023, p.224).

Não obstante, em termos legais, para que o PPC corrobore com as devidas especificações realizadas pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) é preciso que o instrumento sancionado disserte amplamente acerca dos

[...] conhecimentos e saberes considerados necessários à formação das competências estabelecidas a partir do perfil do egresso; estrutura e conteúdo curricular; ementário, bibliografias básica e complementar estratégias de ensino; docentes; recursos materiais, serviços administrativos, serviços de laboratórios e infra-estrutura de apoio ao pleno funcionamento do curso (BRASIL, 2006, p.11).

Logo, nota-se que, apesar de ser um objeto de grande construção filosófica e sociológica, cuja construção carece de ser coletiva e sob debate, o documento precisa abarcar características regionais/locais e carregar consigo o paradigma educacional da formação cidadã e profissional. Assim, o registro legal enquadra-se como um documento oficial e, portanto, precisa corresponder com as normas estabelecidas pelos órgãos públicos de

fiscalização do Ministério da Educação (MEC), sem abandonar os aspectos subjetivos da agremiação (MESQUITA, 2020).

No que diz respeito a inclusão dos estudos das Ciências Ambientais nos documentos legais, desde o Decreto nº 4.281, sancionado em 25 de junho de 2002 pela Presidência da República, estabeleceu-se oficialmente a inclusão da educação ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino, recomendando-se como referência os Parâmetros e as Diretrizes Curriculares Nacionais, bem como a observação da integração da educação ambiental às disciplinas de modo transversal, contínuo e permanente. Nessa perspectiva, o ensino ecológico passou a ser requisito legal e normativo na educação superior, de forma que essa temática deve constar de forma clara e objetiva nos documentos institucionais das Instituições de Ensino Superior, tal como o Projeto Pedagógico de Curso. Logo, além da respectiva necessidade social pela inclusão dos assuntos da área de Ciências Ambientais, especialmente se tratando dos cursos no ramo da educação, este tópico tem presença obrigatória nos documentos oficiais responsáveis por reger os cursos no âmbito do Ensino Superior (TOZZONI-REIS, 2001).

Diante dos argumentos citados e com intuito de realizar uma análise a busca pela presença dos temas referente a Ciências Ambientais, de modo especial a Química Verde, realizou a exame documental do Projeto Pedagógico de Curso de Licenciatura em Química do IFRJ *campus* Duque de Caxias. A revisão foi realizada em março de 2023, tendo 11 tópicos, entre os quais se destacou: núcleo docente estruturante, contexto educacional, objetivos específicos do curso, perfil profissional do egresso, estrutura curricular e Trabalho de Conclusão de Curso.

Após a leitura do PPC é possível notar que o IFRJ *campus* Duque de Caxias, como instituição formadora de futuros docentes, se preocupa em proporcionar uma estrutura arquitetônica e humana adequada para haja viabilidade dessa etapa formativa de suma importância para construção profissional. Nesse sentido, de acordo com registro, o espaço destina-se a:

Promover a formação profissional e humana, por meio de uma educação inclusiva e de qualidade, contribuindo para o desenvolvimento do país nos campos educacional, científico, tecnológico, ambiental, econômico, social e cultural (IFRJ, 2018, p. 19).

Nessa perspectiva, o curso de Licenciatura em Química do IFRJ CDuC tem como objetivo principal

[...] formar professores com amplo domínio teórico e experimental do conteúdo específico de Química e da práxis pedagógica, desenvolvendo profissionais reflexivos, competentes e críticos, capazes de promover o conhecimento científico e a disseminação da ciência (IFRJ, 2018, p. 28).

Todavia, para que os futuros professores instruídos por este curso sejam habilitados para viabilizar a disseminação das Ciências Ambientais, faz-se necessário que estes tenham contato com o campo de estudo durante sua trajetória formativa, pois é por meio dele que serão compreendidos os principais conceitos que tangem o ramo da ciência. Diante disso, o referido curso apresenta como alguns de seus objetivos específicos:

[...] 2. Promover a formação de cidadãos éticos, profissionalmente competentes, emancipados, criativos e solidários, conscientes de seu papel na transformação da sociedade (IFRJ, 2018, p. 28).

[...] 4. Contribuir para a melhoria da Educação Básica, através do desenvolvimento de competências próprias à atividade docente, que ultrapassem o conhecimento científico e avancem para a formação de competências profissionais de caráter pedagógico, referentes ao conhecimento de processos de investigação e reflexão sobre a prática cotidiana (IFRJ, 2018, p. 29).

O espaço formativo acadêmico assume uma importante responsabilidade de formar um profissional capacitado, capaz de exercer plenamente sua função. Assim, debruçados pelos parâmetros legais e pela necessidade dos conhecimentos ambientais que compõem a profissão de docente em Química, o PPC destaca a participação de um professor especialista em Ciências Ambientais/Biologia no Núcleo Docente Estruturante (NDE), cuja funções do grupo são: formulação do Projeto Pedagógico de Curso (PPC), sua plena implementação, acompanhamento acadêmico e desenvolvimento consolidativo do curso e contínua atualização do PPC. O ramo ambiental tem atuação dividida com o ramo da Biologia, cuja comparência do professor no grupo em voga elucida a presença da respectiva área ambiental para tomada de decisão no curso, quer sejam elas legais ou burocráticas.

O impacto desta preocupação pode ser mencionado no tópico que se refere ao perfil profissional do egresso, cuja parâmetro ecossistêmico é referido como algo devidamente compreendido durante o curso de Licenciatura em

Química do IFRJ CDuC. A vista disso, no PCC especifica-se que no decorrer do curso o profissional torna-se capaz de “[...] compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade” (IFRJ, 2018, p. 30).

É preciso enfatizar que para que dados objetivos e resultados sejam alcançados o curso dispõe de uma estrutura curricular, na qual se prevê disciplinas nas quais os assuntos ambientais sejam conceitualmente abordados e discutidos. Assim, a disciplina obrigatória, denominada Ciências Ambientais, tem como objetivo introduzir os conhecimentos ecológicos à formação do professor. Contudo, no momento propício, as temáticas químicas que correspondem ao âmbito de Ciências Ambientais são pouco abordadas. Isto posto, o ementário da respectiva disciplina apresenta os seguintes tópicos gerais a serem tratados: Ciência Ambiental; Marcos históricos da educação ambiental; Ecologia e sustentabilidade; Solos; Água e características; Ciclos biogeoquímicos e efeitos das atividades humanas; Composição da atmosfera terrestre; Disposição de resíduos sólidos urbanos. Com isso, apesar da possibilidade de tratar os conteúdos quimicamente, a ênfase dada para a abordagem destes é feita por uma perspectiva biológica, sendo ministrada inclusive por um(a) especialista do âmbito da Biologia.

Para que se desenvolvam os devidos conhecimentos pedagógicos e o PCK é necessário que o indivíduo tenha acumulado um arcabouço teórico sobre dado tópico específico, haja vista que através dos seus conhecimentos sobre o tema e os métodos de ensino, este julgará mais cabível qual a melhor forma de transpor os conteúdos para seus alunos. Entretanto, a ausência desta experiência como licenciando implica na falta de fundamentos para o desempenho de seu papel como docente, figurando um possível cenário no qual o profissional não dará a devida relevância para os assuntos ambientais, já que não possui os conhecimentos mínimos que lhe permitem compreender a importância do tema e, por esse motivo, não se encarrega de contribuir para formação de seus alunos neste aspecto.

Além do destaque pela forma que os assuntos ambientais são abordados no curso de Licenciatura em Química, é preciso assinalar a ausência da citação da Química Verde no PCC. Embora haja algumas menções ao ramo das Ciências Ambientais, a QV não é citada em nenhum momento. Assim, a inexistência enfatiza a não abordagem pelo assunto no

decorrer do curso em disciplinas obrigatórias, uma vez pautada na matriz documental que regula o curso o planejamento das disciplinas é construído.

Vale ressaltar que durante as alterações realizadas no período de 2009.1 certas unidades curriculares obrigatórias foram excluídas da matriz curricular, dentre elas estava Ciências Ambientais II, cuja cadeira tem fundamental relevância na formação de docentes em Química, levando em conta a importância pelos conhecimentos acumulados neste respectivo ramo da ciência para o exercício pleno da função pedagógico-social herdada pela docência.

Se tratando dos aspectos eletivos, de acordo com o PPC, além da disciplina que antes era obrigatória e tornou-se optativa (Ciências Ambientais II), o curso em questão possui uma unidade curricular planejada para tratar especificamente da QV. Ademais, as questões ambientais da QV desenvolvidas no *campus* também podem ser contempladas nas atividades fomentadas pelo Programa de Bolsas de Iniciação à Pesquisa (PIBIC) coordenados por professores(as) da unidade escolar analisada, cujos projetos desempenham diversos trabalhos tecnológicos e educacionais para divulgação dos conhecimentos científicos em Química Verde na unidade escolar. Os frequentes cortes na educação simbolizam problemas para este tipo de acesso à determinados assuntos, uma vez que redução orçamentária significa ter um menor número de bolsas e, conseqüentemente, a fator de impacto do grupo torna-se cada vez mais limitado e a quantidade de alunos que podem de fato ter contato com a temática ambiental também fica mais estreitada.

A partir de dadas condições supracitadas, a abordagem da QV no registro fica restringida às questões interdisciplinares, transversais e aos assuntos relativos às experiências optativas, cujo acesso figura-se limitado e/ou as oportunidades são orientadas sob estudos e concepções no ramo da Biologia.

Portanto, é notória a necessidade pela revisão e reconstrução do documento, com finalidade de ampliar a exploração dos conteúdos ecológicos promovendo o aprendizado dos conteúdos químicos e, além disso, pretendendo-se incluir nestes escritos a Química Verde, figurando o perfil profissional do docente em Química que pretende se alcançar com o curso em pauta.

Nessa mesma orientação, afirmam Kistemacher e Costa (2022)

As instituições de Ensino Superior, responsáveis pela formação de profissionais das diversas do conhecimento, desempenham um papel primordial na construção de saberes e de práticas ambientalmente sustentáveis; deste modo, os temas ambientais precisam fazer-se presentes na proposta política, curricular e pedagógica dos cursos, especialmente nas licenciaturas. A universidade é um ambiente de exploração e de produção, pois ela participa de diversas atividades no meio social, através do Ensino, da Pesquisa e da Extensão e, ainda, no caso do campo da Educação, na formação inicial e continuada dos professores (KISTEMACHER; COSTA, 2022, p. 18).

Entendendo que o espaço acadêmico é um grande formador de formadores, é preciso que os registros legais considerem qual profissional pressupõem-se instruir com o curso de licenciatura ofertado, dado que a inclusão de temáticas contemporâneas e que fazem parte da sala de aula precisam ser inseridas na trajetória formativa dos licenciandos, visando dar o aporte necessário para que este futuro educador se forme e se informe sobre os conteúdos que coexistem no ambiente educativo. Por isso, a educação deve ser pensada como uma forma de transpor e ensinar as linguagens para ler o mundo e os fenômenos que o cercam, no qual os estudos ambientais têm extremo valor, especialmente se tratando da leitura química dos eventos vistos (FREIRE, 2014).

Por último, nota-se a citação dos assuntos relativos ao campo tecnológico ambiental no tópico que se remete às linhas temáticas possíveis a serem desenvolvidas na pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso tendo aplicação no ensino de Química. Neste contexto, verifica-se a influência do contato prévio com os conteúdos ambientais, com o propósito de que novas pesquisas sejam arquitetadas e executadas, servindo como objeto de investigação acadêmica com aplicação no campo das ciências ecológicas. Entretanto, para que essas interrogações surjam é necessário que os licenciandos sejam inclusos ao tema de maneira prévia. Logo, é factível dizer que este acesso deve ser ofertado a todos, sobretudo àqueles que pretendem exercer a docência, função esta pretendida pelo curso de licenciatura em estudo.

Em suma, pode-se notar que no PPC da Licenciatura em Química do IFRJ CDuC, a presença da Ciências Ambientais em termos químicos acontece principalmente por meio da intervenção de especialista da área da Biologia, adotando uma abordagem imprópria para o profissional que se visa formar com o curso em questão.

No entanto, tendo como objetivo localizar nas disciplinas obrigatórias de Química a atuação da Química Verde ou das áreas cognatas e como este conteúdo é transposto no decorrer do curso, faz-se necessário um aprofundamento quanto a atuação dos professores que lecionam no curso, seja por meio do direcionamento dos Planos de Unidade Curricular (PUC) das disciplinas de Química do curso de LQ ou, ainda, pelas atividades que estes realizam na sua prática pedagógica. Dessa forma, considerando as unidades curriculares estudadas, a seguir será feita uma análise do ementário das disciplinas obrigatórias de Química oferecidas no período letivo de 2022, no primeiro e no segundo semestre.

5.1.2 Ementário do Curso

Conceitualmente, de acordo com Bezerra (2015)

[...] ementa é uma descrição discursiva que resume o conteúdo conceitual ou conceitual/procedimental de uma disciplina. Ou seja, a ementa de uma disciplina se torna importante como um resumo em tópicos de todos os assuntos que serão tratados em uma disciplina acadêmica ao longo do semestre. As disciplinas no seu plano de curso geralmente oferecem a ementa proposta pelo projeto político pedagógico do curso e que se espera que tenha o seguimento. Então, como citado, é importante se considerar que a ementa é um resumo do que será tratado na disciplina, logo, as análises comparativas devem considerar esta limitação. Isto é, uma coisa são os tópicos da ementa, outra é como ela é desdobrada no desenrolar da atividade docente (BEZARRA, 2015, p. 26-27).

Nesse cenário, é possível afirmar que o ementário aponta os conteúdos cordiais das disciplinas que serão ministradas durante o ano letivo, bem como a carga horária, os pré-requisitos/co-requisitos, o objetivo geral, as atividades a serem realizadas, a bibliografia básica e complementar, dentre outros detalhes que são de suma importância para consideração da unidade curricular a ser lecionada. Logo, o ementário torna-se relevante para a investigação deste trabalho, sobretudo na investigação dos termos presentes que mencionam sobre os conteúdos/conceitos ecológicos, de modo singular a QV (CORTES JUNIOR; FERNANDEZ, 2016).

No âmbito do IFRJ CDuC no curso de Licenciatura em Química, o ementário é organizado de maneira objetiva, cujos apontamentos são feitos especificamente para cada disciplina no documento denominado Plano de Unidade Curricular (PUC), exemplificado no ANEXO A – Exemplo de Plano de Unidade Curricular.

Assim, após a última atualização realizada no ano de 2019, cuja mudança foi discutida no Colegiado de Curso realizado em 22 de fevereiro de 2017 e prevendo a Resolução nº 2, de 1 de julho de 2015 do Conselho Nacional de Educação (CNE), o documento foi alterado pela última vez incluindo como obrigatórias quatro novas unidades curriculares que remete-se a garantia imprescindível dos conteúdos relacionados aos direitos humanos, à diversidade de gênero e sexual e à educação especial nos cursos de formação de professores. Posto isso, atualmente o curso conta com um total de 90 PUCs registradas (50 de caráter obrigatório e 40 de gênero optativo), dentre os quais 19 são consideradas de domínio do conteúdo específico de Química.

Não obstante, é preciso destacar que no período entre 29 junho e 14 de outubro de 2011, houveram duas reuniões promovidas pelo NDE do IFRJ *campus* Duque de Caxias, cujos encontros culminaram na decisão de desmembrar teoria/prática nas unidades curriculares de Química. A partir desse pretexto, a proposta foi enviada para a Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (PROGRAD), que entendendo as especificidades estruturais do *campus* Duque de Caxias e os argumentos pedagógicos, econômicos, ambientais e os aspectos de segurança nos laboratórios, aceitou a proposta. Assim, o NDE atuou de forma consultiva e encaminhou ao colegiado de curso deliberar a nova estrutura curricular, tendo sido aprovado em todas as instâncias (Colegiado de Curso, Conselho de *campus* e Conselho Acadêmico de Ensino de Graduação). Desse modo, tendo conquistado as devidas aprovações burocráticas, a disposição curricular entrou em vigor, dando origem às disciplinas ditas teóricas e práticas de Química, organizadas de acordo com o exposto (Tabela 2).

Tabela 2 – Organização das disciplinas teóricas e práticas de Química da Licenciatura em Química do IFRJ CDuC.

Área de atuação	Disciplina
Teórica	Química Geral I
	Química Geral II
	Química Orgânica I
	Química Orgânica II
	Química Orgânica III
	Química Inorgânica I
	Química Inorgânica II

	Química Analítica I
	Química Analítica II
	Físico-Química I
	Físico-Química II
	Físico-Química III
Prática	Química Geral Experimental
	Química Inorgânica Experimental
	Química Orgânica Experimental I
	Química Orgânica Experimental II
	Química Analítica Experimental I
	Química Analítica Experimental II
	Físico-Química Experimental

Fonte – O autor (2023).

Nesse cenário, realizou-se o exame dos PUCs de modo a verificar a presença pela alusão dos estudos e/ou aspectos que pertencem à área da Química Verde e os campos congêneres nas disciplinas obrigatórias enquadradas como domínio do conteúdo específico de Química segundo PPC. Desse modo, a leitura foi feita seguindo os seguintes tópicos presentes no ementário: Unidade curricular; Código; Curso(s) em que é oferecida; Classificação; Carga horária semestral; Número de créditos; Carga horária semanal; Pré-requisito(s); Código(s); Co-requisito(s); Código(s); Ementa; Objetivo geral; Abordagem; Procedimentos metodológicos; Atividades de enriquecimento curricular; Operacionalização da prática como componente curricular; Bibliografia básica; Bibliografia complementar.

Após a análise do ementário, verificou-se apenas uma única menção realizada sobre a área de estudo, cuja citação diz respeito ao livro “Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente” dos autores Peter Atkins, Jones Loretta e Laverman Leroy, publicado em 2011. Vale ressaltar que esta mesma citação foi encontrada nas disciplinas Química Geral I, Química Geral II, Química Analítica I, Química Analítica II, Físico-Química I, Físico-Química II e Físico-Química III na subdivisão Bibliografia complementar. No concerne as bibliográficas presentes nas PUCs, quer sejam básicas ou complementares, é preciso salientar que somente foi avaliada o exposto prescrito no documento em análise, isto é, apenas o título da obra foi levado em consideração no juízo de valor para busca dos termos ambientais, podendo

assim existir a possibilidade da abordagem dos temas ecológicos em partes da literatura citada no registro institucional das unidades curriculares.

A partir desse pressuposto, pode-se constatar a baixa frequência pelos assuntos ecossistêmicos no documento que rege as unidades curriculares obrigatórias de Química, contraponto o Decreto nº 4.281/2002, no qual instituiu-se a Política Nacional de Educação Ambiental visando a exigência constitucional dos assuntos ambientais nos cursos de todas as esferas educativas, inclusive nas graduações em Licenciatura. Além disso, tal resultado permite questionar qual o perfil profissional que se pretende formar com o mencionado curso de Licenciatura em Química, uma vez que o tema tem se mostrado cada mais significativo para composição educacional dos futuros cidadãos, especialmente diante da atual situação ambiental, cujo impacto antrópico tem sido o principal agravante para dada situação. De acordo com Tozoni-Reis e Campos (2014),

[...] a formação inicial do professor, portanto, tem como eixo central um humano que formará humanos, que terá como atividade principal a educação enquanto processo de humanização, assumindo a dimensão social e histórica da formação humana a partir de uma existência objetiva de relações sociais e de um processo de apropriação e objetivação, pela mediação de outros sujeitos sociais (TOZONI-REIS; CAMPOS, 2014, p. 157).

Posto isso, a educação ofertada aos licenciandos deve prever, inclusive documentalmente, quais conhecimentos são imprescindíveis para que este profissional tenha capacidade de exercer sua função. Dito isso, é inerente que as questões ambientais possuem uma grande relevância no contexto da educação básica, mas para que este tema seja devidamente incluso os docentes responsáveis por esse processo devem estar plenamente formados.

No entanto, no que concerne ao livro mencionado nos PUCs das disciplinas supracitadas, nota-se a abordagem de importantes enfoques para os estudos ambientais. Nesse sentido, os conteúdos do livro são tratados levando em consideração interpretação transversal dos assuntos por uma ótica ecossistêmica. Desse modo, a obra disserta sobre inúmeros conteúdos de suma importância no âmbito químico e que podem ser explorados por intermédio da perspectiva ambiental, proporcionando assim o diálogo dos discentes com o tema.

Por conseguinte, nota-se a relevância pelo tratamento dos temas verdes de maneira integrativa, isto é, de forma transversal, o que potencialmente causa a introdução do sujeito e otimiza a curiosidade deste pelas prerrogativas científicas do tema estudado, proporcionando-lhes uma posição de protagonismo durante esta construção didática. Desse modo, segundo Bernardes e Prieto (2010),

[...] a contribuição pedagógica para a construção de uma nova relação entre homem e meio ambiente deveria se dar por meio da inserção das questões ambientais de forma transversal, na estrutura curricular dos conteúdos tradicionais, mas enriquecida com exemplos, práticas, experiências, materiais educativos, mídias e atividades extraclasse que aproximem o estudante com o ambiente em que ele vive (BERNARDES; PRIETO, 2010, p. 179-180).

Diante desse cenário, a Química Verde tem grande potencial para contribuir com uma gama de conhecimentos, refinando toda produção pedagógico-científica e colaborando para fomentar a visão humanitária que as ciências necessitam. Logo, o tema não deve ter tratado destacadamente, uma vez que este modelo de abordagem se assemelha ao modelo clássico de ensino, em que o conhecimento não pode ser questionado e os fenômenos observados não exercem sequer nenhuma influência sob a concepção de sujeito pensante no ato de inovar e propor novas tecnologias ecologicamente mais aceitas.

Ademais, de modo a salientar a limitação dos temas verdes estudados no ementário investigado, é preciso destacar que a menção pela obra complementar é feita somente pelas matérias teóricas de domínio químico obrigatório, elucidando tratamento limitado das Ciências Ambientais, ainda que citadas brevemente no momento exclusivo. Ou seja, não há nenhuma citação significativa na ementa sobre as questões ecossistêmicas que devem ser exploradas durante as aulas obrigatórias de Química do curso de Licenciatura em Química do IFRJ CDuC. Portanto, com aporte no escrito, percebe-se que a abordagem dos assuntos no âmbito experimental é realizada exclusivamente pelo método tradicional, no qual são utilizadas apostilas, devendo o aluno apenas reprisar a fase experimental, sem que haja nenhuma inovação.

Entretanto, com intuito de romper com essa prática alienada e restritiva, as aulas práticas podem proporcionar aos estudantes uma oportunidade de trabalhar propostas novas, em que a QV pode estar presente melhorando os

experimentos e contribuindo para produções com menor impacto ambiental. Além disso, as métricas em QV poderiam ser incluídas neste ambiente formativo fausto, dado que por meio dessas técnicas científicas pode-se quantificar os inúmeros efeitos dos reagentes convertidos em produto, os diversos conhecimentos sobre o impacto ambiental dos experimentos e da sustentabilidade dos materiais, os aspectos sobre segurança nos laboratórios, dentre outros conhecimentos e competências que são fundamentais para o desenvolvimento dos profissionais em Química, em particular na figura do docente.

Apesar destas possibilidades, o ementário não alude a participação das áreas de estudo e nem disserta que as aulas devem seguir os parâmetros apartados, nem tão pouco significativos para o âmbito da educação e do aperfeiçoamento tecnológico, mesmo com tamanha contribuição que as ciências verdes possuem, já inclusive reconhecidas socialmente.

Sob outro prisma, ao realizar uma simples pesquisa textual na ementa sobre os aspectos relacionando aos termos ecossistêmicos, observa-se a menção dos termos nas disciplinas Ciências Ambientais I, Ciências Ambientais II, Introdução à Química Bioinorgânica, Gestão da Qualidade, Química Verde (QV), Tópicos de radiação nuclear e Métodos laboratoriais de análises Físico-Químicas de água e solo. Todavia, no período de estudo deste trabalho, somente duas dessas disciplinas foram ofertadas, sendo que uma delas é obrigatória (Ciências Ambientais I) e a outra enquadra-se como optativa (Química Verde). Assim, reafirmando os argumentos supracitados na análise do PPC, a abordagem pelo assunto fica restrita à ênfase da área biológica ou são ofertados de maneira eletiva. Contudo, sabendo da importância do tema e almejando formar profissionais no âmbito da educação em Química, é necessário que seja revisto o tratamento do assunto e as oportunidades que os licenciandos têm em conhecer a temática.

No universo analítico de disciplinas optativas citadas, cabe evidenciar a disciplina dedicada a debater e viabilizar os conteúdos que se refere especificamente a QV, objeto de estudo deste trabalho. Nesse âmbito, ao analisar o PUC da referida disciplina, nota-se que os principais conceitos são amplamente abordados e diferentes propostas metodológicas são realizadas com intenção de inserir os modelos de abordagem da QV no âmbito da docência aos licenciados, através das propostas de atividade que visam

discutir com alunos produções científicas em Química Verde, compor propostas de projetos didático-pedagógicos e realizar aulas experimentais sob a ótica sustentável. Com isso, aulas transversais e multidisciplinares e/ou a composição de produtos educacionais são exemplares frequentemente encontrados como métodos avaliativos da unidade curricular, aos quais findam em artigos de produção acadêmica. Sob estas circunstâncias, algumas propostas idealizadas no decorrer da disciplina se tornaram projetos de iniciação à pesquisa, extensão e iniciação à docência, como o projeto de divulgação científica denominado “Verde_Lab”, um espaço virtual no aplicativo *Instagram*, dedicado a difundir os conhecimentos das Química Verde e as inovações tecnológicas ditas verdes.

A partir do exposto, nota-se o impacto que o investimento pelas causas ambientais traz para esfera educacional local, proporcionando espaço de engrandecimento profissional aos discentes acerca do assunto de grande importância. Por esse motivo, o presente trabalho motivou-se em investigar a presença do tema nos espaços obrigatórios pelo qual o aluno de graduação em Química do IFRJ CDuC deverá perpassar, considerando as limitações financeiras para proporcionar dadas experiências a todos os alunos inclusos em projetos e, além disso, o caráter alternativo que o assunto é tratado no aspecto de unidade curricular.

Portanto, conclui-se que o referido documento trata com pouca importância os aspectos socioambientais para construção de um educador plenamente preparado para concretizar seu encargo na parte integrante de um corpo pedagógico. De acordo com o ementário, quando há a oportunidade de acessar a temática em voga, a oferta é realizada com ênfase em outras áreas do conhecimento e/ou de maneira optativa. Por esse motivo e visando obedecer aos parâmetros legais instituídos pelo Decreto nº 4.281/2002, é necessário que sejam revisadas as normas circunscritas, buscando permitir a acessibilidade aos temas ambientais e incluir na prática educativa as iniciativas por reformas científicas no campo teórico e experimental, cumprindo assim com as demandas pedagógicas, tecnológicas e sociais.

Apesar de não possuir referências à QV nos PUCs obrigatórios das disciplinas de Química ofertadas do ano de 2022, compreende-se que a prática pedagógica dos docentes vai além desses documentos. Assim, tornou-se necessário investigar como os professores do curso se utilizam desses

documentos, o que pensam sobre a QV e como ela se adequa à sua docência. Dessa forma, será discutido a seguir sobre o questionário enviado aos docentes que lecionaram as disciplinas de domínio químico obrigatório (teórico e experimental) no curso de Licenciatura em Química do IFRJ CDuC durante o período letivo de 2022.1 e 2022.2.

5.2 QUESTIONÁRIO

Sabe-se que o currículo é tido como o registro legal responsável por reger as atividades realizadas no âmbito institucional de uma unidade educativa, porém a prática pedagógica revela nuances que não fazem parte dos documentos, cujas atitudes exercem um papel fundamental na construção do fazer docente.

Considerando que dadas ações visam atingir o objetivo formativo humanitário e temático apontado pela finalidade educacional do curso, a construção didática não trata do resultado, mas dos diferentes caminhos trilhados para que o propósito seja conquistado. Por esse motivo, Felício e Possani (2013) afirmam que

[...] as práticas curriculares, vividas em última instância pelos educandos e professores, sujeitos do processo educativo, em todos os níveis de ensino, mostram a ponta do iceberg de um processo que tem sua maior parte implícita em um sistema que traz consigo uma visão de mundo, uma concepção de currículo e pressupostos teóricos condizentes com o momento histórico, com o lugar social que ocupam e a utopia dos seus gestores (FELÍCIO; POSSANI, 2013, p. 131).

No mesmo sentido o Bourdieu (1983) afirma que:

A prática é, ao mesmo tempo, necessária e relativamente autônoma em relação a situação considerada em sua imediatidade pontual, porque ela é o produto da relação dialética entre uma situação e um *habitus* - entendido como um sistema de disposições duráveis e transponíveis que, integrando todas as experiências passadas, funciona em cada momento como uma matriz de percepções, apreciações e ações – e torna possível a realização de tarefas infinitamente diferenciadas, graças às transferências analógicas de esquemas, que permitem resolver os problemas da mesma forma, e às correções incessantes dos resultados obtidos, dialeticamente produzidas por esses resultados (BOURDIEU, 1983, p. 65).

Diante de tais argumentos, as afirmações nos levam ao conceito de currículo oculto, especialmente sob as condições supracitadas. Assim, com fundamento em Sanchotene e Molina Neto (2006), analogia documental é tido como

[...] resultado das relações interpessoais desenvolvidas na escola, da hierarquização entre administradores, direção, professores e alunos e da forma como os alunos são levados a se relacionarem com o conhecimento. No cotidiano escolar, os alunos desenvolvem saberes que não constam nos planejamentos. Alguns, inclusive, não são desejados pelo professor e são aprendidos através das rotinas. A escola produz tipos particulares de conhecimentos em concordância com as relações sociais de produção capitalista, entre os quais a obediência, o trabalho alienado com avaliação externa e outros. (SANCHOTEN; MOLINA NETO, 2006, p. 271).

Nesse sentido, os paradigmas que concernem a atividade apontam para o exercício da docência tradicional e mecanicista, limitado aos objetivos e metodologias da educação bancária, denunciado por Freire (1974) como o modelo realista em que o professor que exerce um papel arbitrário sobre o grupo de alunos, os quais estão inteiramente inertes. Por conseguinte, a prática de se ensinar conteúdos e informar os alunos para que a aprendizagem seja realizada é entendida como uma atitude tirânica e opressora, totalmente alheia aos desígnios pretendidos (LIMA; PEREIRA; VIEIRA, 2006).

Em contraponto, quando pretende-se conquistar uma educação libertadora, a práxis demonstra-se substancial, do mesmo modo que pode ser um organismo regulador de poder, ainda que implicitamente. Atentando-se a esta possibilidade Felício e Possani (2013) conceituam que

[...] ao interpretar a prática pedagógica de um professor como uma rede viva de troca, criação e transformação de significados, estou a dizer que esta prática deve ser capaz de orientar, preparar, motivar e efetivar, por um lado, as trocas entre os educandos e o conhecimento científico, de modo que esses construam e reconstruam os seus significados, autonomamente (FELÍCIO; POSSANI, 2013, p. 132).

Logo, tendo em vista o foco da pesquisa em estudar o PCK dos docentes em QV, o instrumento metodológico pode ser a principal forma de realizar a investigação, em razão de que por meio desse conjunto de fatores torna-se factível avaliar a presença e/ou as possibilidades para inserção da QV de acordo com as peculiaridades didáticas.

Assim sendo, realizou-se um estudo dos modelos de abordagem da QV por intermédio da aplicação de um questionário entregue aos professores das unidades curriculares obrigatórias de Química nos períodos letivos de 2022, no qual as respostas dadas apontam singularmente para os modelos de tratamento da temática (Tabela 3). Isto posto, pode-se investigar a presença da QV nas disciplinas no âmbito da Química e o modo que este campo do conhecimento é/pode ser inserido no decorrer das atividades curriculares.

Tabela 3 – Parâmetros abarcados pelas questões presentes no questionário visando a presença do PCK em QV dos docentes de Química do curso de LQ do IFRJ CDuC.

Aspecto estudado	Modelo de abordagem da QV	Característica metodológica
Estratégias específicas de ensino de QV	Modelo 1	Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais
	Modelo 2	Incorporação de estratégias sustentáveis como conteúdo no currículo de Química
	Modelo 3	Debates sobre novas tecnologias e abordagem de aspectos controversos
Conhecimento dos objetivos de aprendizagem	Modelo 1	Permitir aos estudantes a incorporação dos conceitos da QV em sua atuação profissional
	Modelo 2	Compreensão de conceitos de Química através das relações com aplicações tecnológicas nas questões ambientais
	Modelo 3	Aumentar a compreensão sobre o impacto e o papel da ciência na sociedade/ Enfatizar o papel da Química nas questões relativas à sustentabilidade
O momento de inserção da QV	Modelo 1	Em disciplinas experimentais
	Modelo 2	Princípios da QV como conteúdos específicos no currículo (disciplina à parte)
	Modelo 3	Princípios da QV incorporados às disciplinas tradicionais ao longo do currículo
Conhecimento da compreensão dos estudantes	Modelo 1	Dificuldades em conteúdos básicos de Química
	Modelo 2	Necessidade de integração de conceitos de diversas áreas da Química
	Modelo 3	Necessidade de abordagens

		multidisciplinares/ Necessidade de relacionar aspectos de Química a aspectos relacionados aos sistemas produtivos, sociais, econômicos, etc
--	--	---

Fonte – Adaptado Goes *et al.* (2013, p. 116).

Dado o estudo citado, foram seguidos os parâmetros antes apresentados (tópico 4.1.2: Questionário), de forma que foram obtidas 16 respostas em universo analítico de 19 professores, isto significa uma porcentagem de aproximadamente 84,21%. Dessa maneira, de acordo com Guimarães (2011) os dados primários coletados estão percentualmente dentro do intervalo de confiança estatístico, portanto, a amostragem realizada tem valor matemático e científico. Para mais, pode-se ressaltar o fato da pesquisa realizada abarcar todas as subáreas do ramo de Química, ampliando a confiabilidade da coleta dos dados e os tornando mais verossímeis a opinião popular. A seguir apresenta-se à disposição dos docentes participantes conforme sua unidade curricular lecionada durante o intervalo temporal letivo de 2022 (Tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição dos docentes participantes da pesquisa relacionados a suas respectivas áreas de atuação durante o período letivo de 2022.

Disciplina	Número de participantes
Química Geral Teórica/Experimental (QG)	3
Química Orgânica Teórica/Experimental (QOrg)	6
Química Inorgânica Teórica/Experimental (QInorg)	2
Química Analítica Teórica/Experimental (QA)	3
Físico-Química Teórica/Experimental (FQ)	2
Total	16

Fonte – O autor (2023).

Perante a participação dos docentes, inicialmente foi lhes perguntado a respeito do que significa para eles a QV. Nas respostas analisadas nota-se as menções às questões ambientalistas, sustentáveis, sobre a diminuição de resíduos químicos, gasto energético, reações com maior rendimento, reações com menos etapas e métodos experimentais alternativos.

De fato, a QV trabalha diretamente com os dizeres aludidos, contudo, é preciso destacar que apenas um(a) do(as) entrevistados(as) destacou o papel

social que a Química Verde tem, no qual o campo do saber pode contribuir de maneira abrupta para transformação coletiva, sobretudo por meio das associações educativas quando inserida no ambiente escolar. Segundo Santos (2011),

[...] o ensino de ciências contribuirá para a formação da cidadania na medida em que favorecer a participação dos alunos na vida comunitária. Para isso, é preciso desenvolver a participação dos estudantes para que eles se engajem nas decisões da cidade. É assim que concebemos uma educação para cidadania como educação para tomada de decisão, o que implica na necessidade de desenvolver a faculdade de julgar (SANTOS, 2011, p. 302).

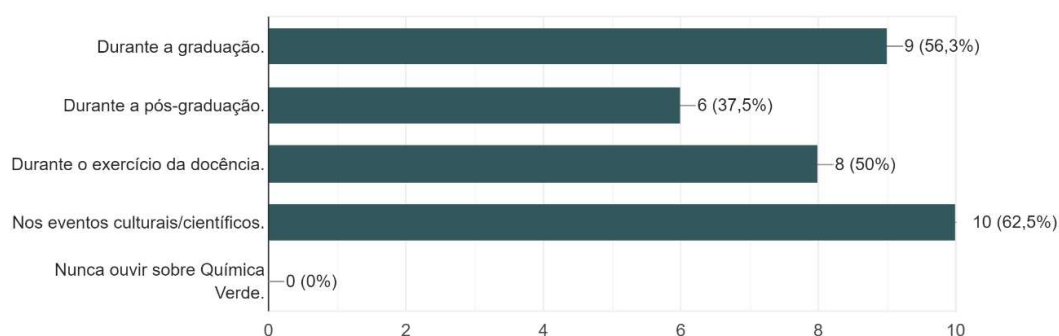
Dito isso, é necessário reafirmar que a Química Verde, como parte integrante das ciências naturais, tem como ênfase também o debate pelas causas coletivas que, debruçados sobre as discussões ecológicas, podem figurar inúmeras discussões comunitárias. Conseqüentemente, transfigura-se a possibilidade de inserir na escola os temas gregários juntamente com os assuntos ecossistêmicos, servindo de alicerce para que a ciência cumpra seu papel pela produção de conhecimentos.

Em seguida, tendo perguntado aos professores o que se entende por Química Verde, foi lhes questionado sobre em qual ambiente os mesmos ouviram menções a área em voga. Desse modo, observou-se o resultado exposto no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resposta dos docentes a respeito dos locais onde teve contato com os temas referentes à Química Verde.

Pergunta 3: Em algum momento da sua formação você teve contato com algum assunto referente a Química Verde?

16 respostas

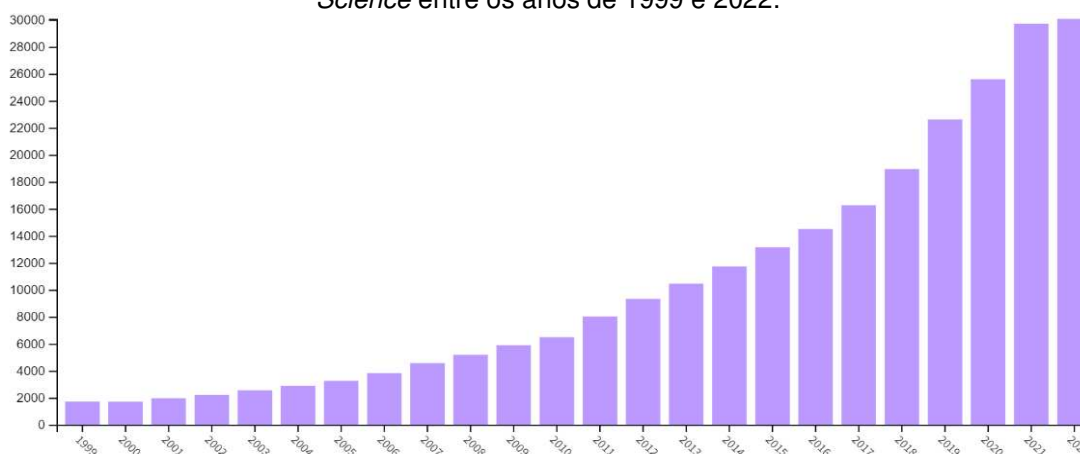


Fonte – O autor (2023).

Com efeito, verifica-se que o maior número de indicações dos docentes sobre os momentos em que puderam interagir com os conteúdos da QV, foram durante eventos científicos. A partir dessa premissa averiguou-se na base de

dados da *Web of Science* o crescimento no número de citação da QV, de modo a avaliar a presença do tema nos ambientes científicos, já que esta frequência proporciona aos professores a possibilidade em encontrar o tema nos eventos científicos e periódicos/bases de dados. Para dada pesquisa utilizou-se o site supracitado buscando pelo termo “*green chemistry*”, levando em conta a maior quantidade de publicações na língua inglesa. Assim sendo, foi encontrado o resultado exposto no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Número de trabalhos publicados com menções a QV na base de dados da *Web of Science* entre os anos de 1999 e 2022.



Fonte – Web of Science (2023).

Fundamentado nas respostas e no crescimento constante no número de publicações identifica-se que o aumento na divulgação dos temas relacionados à QV, presentes em eventos, revistas, livros e periódicos, acessa de fato que presenciam a exposição dos conteúdos. Destarte, é válido salientar a importância da troca de conhecimentos nesses espaços, com propósito de ampliar o arcabouço teórico para exercício da docência e, precipuamente, proporcionando uma nova vivência para o profissional, viabilizando o refino dos seus saberes que são subsequentemente transferidos para seus discentes (TEIXEIRA; ANTUNES, 2021). Por esse motivo, as esplanadas trocas de ideias mostram-se como o principal local no qual os educadores podem conhecer novas propostas de grande importância para o ensino de suas respectivas disciplinas e integrá-las às suas aulas.

Ainda sobre o questionamento, nota-se também a presença do tema QV durante a formação inicial dos professores formadores do curso de licenciatura em Química, o que supostamente culminou na prática docente em moldes ambientais, já que praticamente a mesma parcela dos profissionais igualmente

indicou que teve contato o assunto através do exercício de sua profissão. Logo, superando a ausência do tema nas propostas curriculares, os professores, a partir de suas vivências, podem compor/replicar atividades que eles mesmo presenciaram de modo a incluir na formação dos licenciandos a QV, sabendo da sua importância na composição do corpo docente devidamente preparado (ABENSUR, 2012).

Ressalta-se que nenhum dos professores disse que nunca ouviu falar sobre QV, portanto, percebe-se que minimamente os mesmos tiveram acesso ao tema, o que não significa necessariamente que este conhecimento foi aplicado em algum ambiente do seu fazer pedagógico.

Posteriormente, tendo obtido respostas positivas na questão sobre as experiências em QV, os destinatários tiveram a abertura de relatar acerca da sua crença sobre a inserção da Química Verde para formação de futuros cidadãos. Nesse contexto, destacam-se quatro relatos:

Acredito que a Química Verde não se isola enquanto ciência, mas possa ser associada a uma série de eventos que envolvam a manutenção dos ambientes e ecossistemas. Posso citar um exemplo prático em minha família. Dias desses, em uma pesquisa escolar, minha filha descobriu que o uso de determinados agrotóxicos, afeta a memória e orientação das abelhas, que se desconectam de suas colmeias, acarretando o esvaziamento e morte da colmeia. Isso gera uma série de problemas, desde a redução da população de abelhas, até a não polinização de plantas, e perda da biodiversidade. Uma das soluções passa pelo uso de herbicidas/inseticidas naturais, que elimina de forma específica um alvo, e não causava dano indiscriminado a outros seres, nem ao ambiente. Ali ela percebeu que essas soluções envolvem pesquisa, cientistas e inovação. Eu como docente também já ouvi falar sobre esse assunto, mas não sabia com detalhes, e logo vi a importância da Química. Não sou especialista na área, mas acredito que essa mudança no olhar também inclua a Química Verde. Esse é um exemplo, lá no ensino fundamental, que perpassa toda a sociedade. Tantos outros nos afetam, e pode estar inserido na formação formal, não formal e informal de cidadãos (QG 1).

Uma formação com a inserção da Química Verde pode contribuir para a formação de um cidadão mais consciente em todos os aspectos da vida. Preocupado com preservação do meio ambiente e da vida humana. Por isso seria importante que essa disciplina fosse inserida no currículo desde o Ensino Médio e nos cursos de graduação em Química (QInorg 1).

Muitas pessoas acreditam que produtos sustentáveis não tem boa qualidade. Uma tinta à base de água, por exemplo, as pessoas tendem a achar que a tinta após aplicada e seca não resistirá à umidade. É preciso quebrar esse mito de que sustentabilidade é o oposto de qualidade (FQ 1).

De acordo com as respostas listadas acima, é notório que os profissionais entendem efetivamente a necessidade pela abordagem das questões sociais e tecnológicas no âmbito escolar, não se atendo ao ramo das ciências humanas. Logo, a partir dessa ferramenta didática, pode-se implementar uma construção massiva dos futuros indivíduos voltados para uma formação ambientalmente consciente, cuja proposta interpela os preceitos cientificamente comprovados, como a Química Verde, e permite a esse sujeito um panorama amplificado sobre sua realidade debruçada sobre referências teóricas verídicas (MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017).

Para que essas propostas sejam verdadeiramente efetuadas, é preciso que a educação se encaminhe a passos largos para essa mudança. Ainda nesse contexto, cinco réplicas enfatizam como e em qual o momento a QV pode ser inserida no currículo do curso, sendo elas:

Pode estar associada a outras disciplinas, relacionando os conceitos teóricos de outras disciplinas com os princípios de Química verde e de firma inicial/introdutória sobre unidade curricular, para dar fundamento aos conceitos e depois de forma interdisciplinar aplicados principalmente em disciplinas experimentais (QA 1).

A QV deveria estar inserida desde o ensino básico levando aos alunos uma consciência para um futuro sustentável que eles podem criar (QOrg 1).

Deve ser abordada na escola e eventos científicos (QA 2).

Como tema transversal nas disciplinas e nas atividades experimentais (QG 2).

Realizando uma educação ambiental desde os primeiros momentos de discernimento desse futuro cidadão (FQ 2).

O pensar pedagógico é construído por uma linha de raciocínio deveras rebuscado de experiências subjetivas e pela dedicação no estudo e no exercício da docência. Portanto, nota-se que alguns dos docentes já se posicionam de maneira pedagógica quando questionados sobre a inclusão dos assuntos ambientais, expressando um parecer carregado de juízos sobre o papel da escola. Defronte as respostas, é perceptível que os sujeitos assinalam sobre adição dos conhecimentos de QV periodizado de diferentes modos de tratamento do tema. De acordo com Rossato, Matos e Paula (2018),

[...] compreender como a subjetividade se constitui e se expressa nas ações e relações pedagógicas do professor possibilita colocar em evidência elementos que extrapolam o conceito de 'prática pedagógica' – concebida tradicionalmente como conjunto de

atividades a serem desempenhadas no exercício da profissão docente (ROSSATO, MATOS; PAULA, 2018, p. 2).

Com isso, a “pedagogização” dos fenômenos químicos, de modo especial no ambiente acadêmico, é uma prática comum por parte dos professores, pois através dos conhecimentos arquitetados no seu inconsciente o indivíduo age de modo a opinar pertinentemente a partir de sua experiência. Assim sendo, as respostas observadas reafirmam o envolvimento que os professores têm convictos da construção ideal de sociedade fundada uma por gama competências que lhes fazem corresponder pedagogicamente como as adversidades que podem ser solucionadas, declarando inclusive processos refinados e de que maneira deve-se proceder, como os apontamentos das estratégias de ensino experimentais, transversais e incluídos desde a formação inicial para solução das problemáticas ambientais, visando a urgência de dadas causas e o papel da educação na construção coletiva.

Essas alusões direcionam para a concepção do conhecimento pedagógico do conteúdo, o PCK, uma habilidade inerente ao docente que, conforme Shulman (1987), é a capacidade de um professor para transformar o conhecimento do conteúdo que possui em formas didaticamente poderosas e adaptadas às variações dos estudantes, levando inclusive em consideração as experiências e bagagens deles.

Posteriormente, em concordância com a prerrogativa que pressupõem a importância pela temática e o contato prévio com o assunto, os docentes foram questionados sobre os trabalhos realizados em sua prática pedagógica de modo a difundir os assuntos ambientais que compõem a QV nas unidades curriculares ministradas de domínio químico no curso de LQ do IFRJ CDuC e também sobre suas possíveis participações em atividades desse gênero durante sua formação.

Dessa forma, apenas oito dos entrevistados afirmam ter tido algum envolvimento durante sua carreira e relataram as experiências. Entretanto, dentre esses profissionais, cinco realizaram trabalhos ou participaram de projetos com ênfase experimental, ou seja, sem uma aplicação inteiramente educativa, uma vez que dados acontecimentos visam melhorar procedimentos experimentais ou eventos desse porte. Outros três, porém, relataram o desenvolvimento de atividades que se dedicavam a incluir as temáticas de QV em ambientes educativos, como aulas experimentais, aulas teóricas e eventos

de caráter científico. Numericamente, a amostragem simboliza que somente 50,00% dos professores entrevistados já se envolveu com alguma atividade de cunho verde, dentre os quais apenas 18,75% do todo desenvolveu atividades educativas dedicadas a explorar e difundir a QV.

A partir dos resultados, torna-se evidente que, apesar dos mesmos conhecerem a área estudada, poucos trabalhos foram realizados em prol da divulgação dos conhecimentos da QV. O fato pode ser justificado pela escassa valorização institucional do domínio ambientalista, haja vista que nos documentos analisados houve poucas menções que tornassem obrigatória o ensino de QV.

Ademais, o campo de estudo ainda é considerado recente, em relação às demais disciplinas obrigatórias de Química. Portanto, com o advento das discussões ecossistêmicas, espera-se que nas próximas revisões documentais o tema possa ser anexado como parte integrante fundamental do curso, principalmente pela grande valia que a QV pode proporcionar para futuros docentes de Química, ampliando assim sua presença nas aulas.

Apesar desse cenário pouco aproveitado, faz-se imprescindível destacar o seguinte relato:

Quando eu lecionava no colégio estadual passei uma atividade para os alunos do 3ºano em que eles precisariam apresentar problemas ambientais e propor formas de solucioná-los. Apesar de não ser especificamente Química Verde acho que haveria espaço para trazer o assunto nesse momento. No IFRJ, realizei a adequação dos procedimentos experimentais de Inorgânica e Geral Experimental considerando princípios da Química Verde como usar uma menor quantidade de reagente, usar menor concentração, etc (QInorg 2).

O relato demonstra uma possibilidade a ser praticada em diferentes cenários pedagógicos, cuja proposta visa difundir conhecimentos necessários para formação cidadã e os saberes relevantes para construção profissional. Nesse hiato, deve-se salientar que estas alterações laboratoriais poderiam ter sido propostas, testadas e concretizadas pelos próprios educandos, tornando-se assim uma atividade com efeito investigativa e ativa, dado que os parâmetros estabelecidos pelo método científico seriam devidamente considerados e os discentes seriam introduzidos as questões presentes no âmbito laboratorial.

Com intuito de avaliar qual é a forma que os professores do domínio de Química do curso de LQ do IFRJ CDuC possivelmente utilizaram/utilizariam

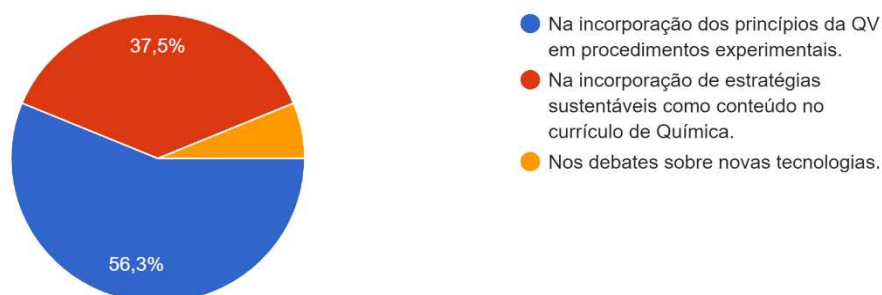
para inserir a QV no curso e quais seriam os apontamentos sobre os aspectos técnicos docentes, as próximas perguntas foram feitas de modo a se adequar nos modelos de abordagem da QV de Burmeister, Rauch e Eilks (2012) e relacionando-os a algumas características, como consta na Tabela 3.

Quando perguntado a respeito das estratégias específicas de ensino de Química Verde, os destinatários responderam à pesquisa, culminando no subseqüente produto do Gráfico 3.

Gráfico 3 – Resultado do questionamento feito a respeito das estratégias de inserção da QV nas aulas Química do curso de LQ.

Pergunta 6: De que forma você acredita que os conhecimentos relativos à Química Verde podem ser inclusos nas estratégias de ensino?

16 respostas



Fonte – O autor (2023).

Conforme a contagem percebe-se que a maioria dos professores (56,30%) acreditam que a inclusão das temáticas verdes pode ser feita por intervenção das aulas práticas. As opiniões podem ser reafirmadas pelos relatos de atividades antes discutidas, no qual metade do público-alvo da pesquisa diz já ter desenvolvido ou participado de alguma atividade em que a QV foi parte integrante do campo experimental. Este fator salienta os princípios assegurados por Shulman (1987), já que com base no autor os conhecimentos da docência são construídos a partir das experiências que os professores têm durante sua formação e a execução do seu trabalho. Por isso, a opinião da maioria dos professores reflete suas vivências como educador e educando.

Apesar da proposta laboratorial ser válida e útil, a abordagem está vinculada ao tratamento do conteúdo de maneira tradicional, no qual os alunos não possuem protagonismo algum no envolvimento experimental e os momentos de suposto aprendizado são meramente expositivos, relacionando-se assim com o Modelo 1. Dessa maneira, tendo como objetivo suscitar discussão sobre as questões ambientais vinculando-as a temáticas ou situações vistas no cotidiano, intuito este amplamente difundido na educação

em moldes mais progressistas e autônomos, o modelo discutido apresenta-se como o menos adequado.

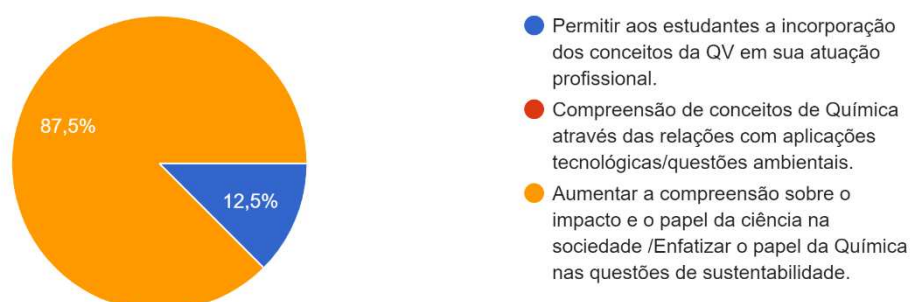
Este dado suscita novamente a contestação acerca de quem pretende-se formar com a educação oferecida. Sabe-se que os moldes tradicionais trouxeram a sociedade para a atual realidade, porém, diante da cobiça por uma sociedade com parâmetros que coincidem com o modo de vida contemporâneo, é crucial que se promovam reformas didáticas utópicas no que concerne às questões ecossistêmicas é indispensável que as ferramentas de transformação social sejam adaptadas. Sendo assim, a educação é o principal desses recursos e, por conseguinte, deve-se prever tais padrões que a ação educativa preconiza (REIGOTA, 2008).

Ato contínuo, buscou-se avaliar as particularidades relativas à proposta da QV quanto aos objetivos de aprendizagem. Dessa maneira, quando questionados sobre essa característica a maior seção dos docentes (87,50%) assinala que o campo do conhecimento tem potencial de aumentar a compreensão sobre o impacto e o papel da ciência na sociedade e enfatizar o papel da Química nas questões de sustentabilidade, ilustrado no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Produto gráfico da indagação sobre o objetivo final quando feita a inclusão dos conhecimentos da QV.

Pergunta 7: Considerando o curso em que você lecionou suas aulas, o que você acredita que a Química Verde pode ocasionar no curso de Licenciatura em Química?

16 respostas



Fonte – O autor (2023).

Assim sendo, de acordo com os modelos de abordagem estudados, tais propósitos se remetem ao modelo 3, cujo enfoque visa a viabilizar a aprendizagem através do uso de questões sócio científicas no contexto de debates sociais.

Apesar do cenário desejado, no qual a QV sirva de amparo para os estudantes fundamentarem seus conhecimentos e experiências, deve-se assinalar a contradição no que diz respeito aos atributos metodológicos e qual

a finalidade pretende com a abordagem do conteúdo. Conforme Masseto (2007),

A diferenciação e a variedade de técnicas quebram a rotina das aulas e assim os alunos se sentem mais animados a frequentá-las; facilitam a participação e incentivam as atividades dinâmicas durante o período das aulas, desenvolvem a curiosidade dos alunos e os instigam a buscarem, por iniciativa própria, as informações de que precisam para resolver problemas ou explicar fenômenos que fazem parte de sua vida profissional. Novas técnicas de aprendizagem colaboram com os alunos quando seu desafio é resolver um problema, construir um projeto, produzir um artefato, operar um recurso tecnológico; favorecem a aprendizagem colaborativa entre os alunos e a integração da teoria com a prática. No entanto, não são elas sozinhas que podem ajudar na aprendizagem. Para analisarmos a eficácia do uso de técnicas diferenciadas, é necessário discutir três pontos: sua vinculação aos objetivos de aprendizagem, a modo que será feita sua aplicação e o processo de avaliação coerente com seu uso (MASETTO, 2012, p. 21-22).

Metaforicamente, a metodologia trata-se do caminho pelo qual trilha-se em busca de uma finalidade e o objetivo de fato é o que se espera como dada atividade, isto é, o produto do processo perpassado. Destarte, há uma gama de possibilidades quando o assunto se trata de métodos e objetivos pedagógicos, entretanto tais aspectos devem ser planejados de modo que o processo educativo se volte pelo mesmo ideal.

Ao verificar o retorno, nota-se que os profissionais que participaram da pesquisa dizem que os conhecimentos da QV devem ser incluídos em aspectos experimentais, contudo esperam que estes protagonizem discussões com noções sociocientíficas de caráter sustentável. Então, a partir dos relatos, evidencia-se a dicotomia entre os aspectos didático-pedagógicos.

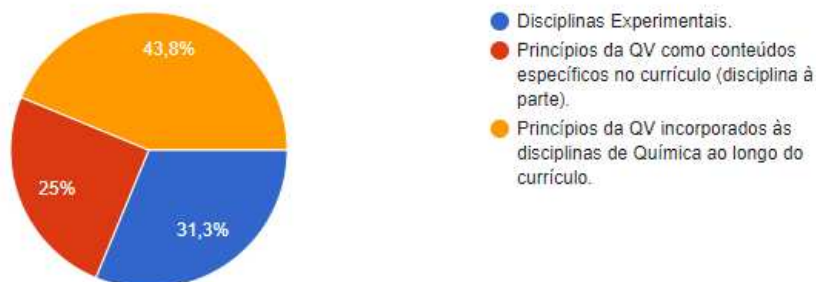
Para que se cumpra a função esperada é preciso que os recursos metodológicos utilizados sejam apropriados para tornar propenso o desenvolvimento cobiçado. Logo, visando a incorporação dos conteúdos relativos a QV, as ferramentas educativas devem ser revistas vislumbrando qual sujeito se deseja formar, proporcionando a estes as devidas vivências instrutivas para complementação de sua formação como sujeito e como profissional capaz de lecionar sobre o assunto ambiental.

Ulteriormente, com intuito de analisar o referido modo de inserção e tratamento da QV em diferentes momentos pedagógicos, os professores foram questionados sobre suas respectivas opiniões, originando o seguinte resultado:

Gráfico 5 – Saldo estático das opções feitas pelos docentes das disciplinas de Química acerca dos momentos pedagógicos de incorporação dos conteúdos da área ambiental.

Pergunta 8: Dentre as opções abaixo, escolha um dos setores do curso de Licenciatura em Química que você considera mais importante e apropriado para que os conhecimentos da Química Verde sejam inclusos?

16 respostas



Fonte – O autor (2023).

Amparado nos referenciais teóricos antes estudados estima-se que a QV pode contribuir para inúmeras atividades didáticas, atuando como tópicos de práticas experimentais, conteúdo transversal e até tema gerador. Nesse contexto, observa-se nas respostas obtidas certa heterogeneidade. A ocorrência se dá em função das diversas vivências pedagógicas obtidas pelos profissionais e também pelas circunstâncias das diferentes metodologias adotadas para transpor a unidade curricular ministrada. Segundo Shulman (2015),

[...] a evolução, de estudantes a professores, de aprendizes a professores iniciantes, expõe e ilumina os complexos corpos de conhecimento e habilidades necessários para funcionar eficazmente como professor. O resultado é que erro, sucesso e refinamento – em uma palavra, o crescimento do conhecimento do professor – são vistos em relevo, em destaque e em câmera lenta. O troço do neófito torna-se a janela do pesquisador (SHULMAN, 2015, p. 201).

Sabendo dessa diversidade do público-alvo, como assinala o trecho, deve-se considerar que as numerosas formações podem gerar modo de inclusão do tema díspares, o que é evidenciado pelas respostas vistas no Gráfico 5. Não obstante, é preciso salientar que essas diferentes abordagens, em caso da verdadeira inclusão do tema, geram benefícios aos licenciados, pois eles terão diversas oportunidades de experimentar o tema por meio de distintas formas. Com isso, consta-se que os docentes apontaram diferentes preferências para abordagem da QV e, conseqüentemente, se apropriam/apropriariam de diferentes modelos de tratamento do tema no que tange inserção da QV, haja vista que, segundo Shulman (2016), o fenômeno observado pelo PCK é decorrente dos copiosos desenvolvimentos como

discentes e docente, resultando nas múltiplas concepções de incorporação do campo de estudo no curso de LQ do IFRJ CDuC.

Subsequentemente, no que diz respeito ao estudo dos modelos de abordagem da QV foi efetuada a última pergunta, cujo motivo foi investigar a dificuldade na acessibilidade da área científica no espaço formativo sob estudo. Posto isso, quando perguntados sobre o assunto a maior parte dos educadores assinalou que dada conjuntura era ocasionada em decorrência da necessidade de integração de conceitos de diversas áreas da Química (43,80%) e pela demanda de relacionar aspectos de Química às características relacionadas aos sistemas produtivos, sociais, econômicos etc. (31,30%), como ilustra o Gráfico 6. Além disso, uma pequena parcela atribuiu aos alunos e aos aspectos multidisciplinares esta barreira de entrada do tema no curso de LQ.

Gráfico 6 – Apuração sobre os apontamentos feitos pelos docentes no que se refere aos entraves que impossibilitam a inclusão da QV nas aulas de Química na LQ.

Pergunta 9: Em decorrência da baixa busca pelos assuntos relativos à área Química Verde no curso de Licenciatura em Química do IFRJ Campus Duque de Caxias, qual você acredita ser o principal motivo para esse tipo de problema?

16 respostas



Fonte – O autor (2023).

Diante dos resultados nota-se que os problemas presenciados apontam para adversidades no âmbito docente, em que a temática tem pouco foco quando são trabalhados os conteúdos obrigatórios nas disciplinas do domínio químico. Sabe-se que a Química ainda enfrenta muitos desafios no que concerne a construção metodológica ativa, construtivista, transversal, não bancária e sociocientífica. Para Coelho e Marques (2007, p. 59) “[...] a contextualização se constitui num instrumento teórico e princípio curricular de fundamental importância para o empreendimento de uma educação que se enquadre na perspectiva transformadora”.

Logo, constata-se de suma importância o modo que o ensino de Ciências será transposto, de forma especial a Química, unida a temas que

tornem mais palatáveis os conteúdos científicos. Nesse ambiente multidisciplinar e transversal QV pode ser uma importante ferramenta, uma vez que os estudos realizados na área permitem relacionar as particularidades do cotidiano com os tópicos químicos abordados (MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017). Contudo, almejando esta serventia, faz-se necessário que os professores se informem devidamente sobre o tema e, quando possível, incluam os assuntos de modo que as oportunidades mencionadas possam ser devidamente exploradas.

Outrossim, no que concerne o modelo de abordagem da QV ante a característica estudada verifica-se que, de acordo disparidades de tratamento da Química como todo, os professores pesquisados retratam apontamentos pedagógicos distintos, com um leve aclave ao modelo 2 e modelo 3, no que concerne os obstáculos que impedem a anexação da QV no curso de LQ. Isto é, diversos modelos de abordagem sob a perspectiva dos problemas de inclusão da QV.

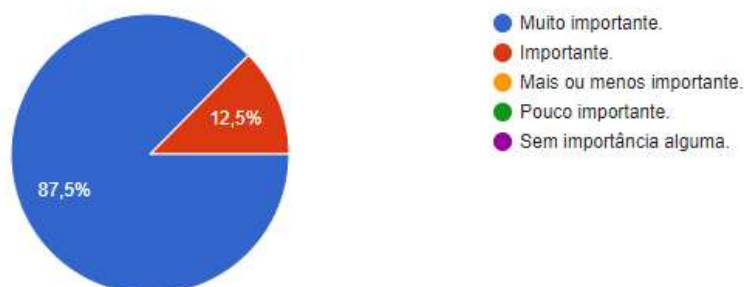
Com efeito, as características escolhidas correspondem mais aos aspectos de inserção por parte dos docentes, o que exhibe a baixa difusão desses conceitos por toda equipe das unidades curriculares de Química. Dessa maneira, é notório a necessidade pela formação na respectiva área no que se concerne os professores, buscando esse acúmulo de vivências que futuramente serão refinadas e introduzidas na prática pedagógica subjetiva de cada um. Assim, sabendo da importância do tema e dessa ausência das práticas pedagógicas do conteúdo em QV no curso de LQ, releva-se emergencial a carência pela inclusão dos temas na composição do corpo docente para que estes formem licenciandos e, conseqüentemente, os educadores do futuro, instruindo-os da maneira mais adequada no tocante às questões ecossistêmicas.

Por fim, considerando as questões apresentadas anteriormente, foi perguntado aos docentes sobre a importância da área de estudo em questão. Com base na indagação, a maioria dos docentes (87,50%) considera ser muito importante que os licenciandos em Química tenham contato com a Química Verde durante a sua formação, como é possível identificar no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Escolha sobre relevância da introdução da QV no curso de LQ do IFRJ CDuC realizada pelos professores participantes da pesquisa.

Pergunta 10: De acordo com a escala abaixo, o quanto você acredita ser importante que os licenciados em Química tenham contato com a Química Verde durante sua formação inicial e/ou continuada?

16 respostas



Fonte – O autor (2023).

Dessa forma, tomando a presença desse campo do conhecimento durante a graduação com dada magnitude, reitera-se a relevância desse estudo e das atividades realizadas nos inúmeros espaços formativos, cuja menção visa introduzir a QV como parte integrante da formação sociocientífica de todos, oportunizando assim a criação de conhecimentos nessa área para que se crie um PCK por parte dos docentes e se difunda os conhecimentos para a contribuição social.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Doravante ao estudo realizado, o presente trabalho pretendeu analisar a presença da Química Verde e o modo de abordagem dos conteúdos da área ambiental de acordo com as concepções de Shulman (1987) e os moldes de Burmeister, Rauch e Eilks (2012) nas disciplinas de domínio químico do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro *campus* Duque de Caxias. Assim sendo, para este estudo, tornou-se crucial explorar os documentos norteadores do curso, como o PPC e o Ementário, e, com base nos resultados encontrados, fez-se substancial investigar a tratamento do tema nas aulas de Química do curso por intermédio da aplicação de um questionário ao corpo docente atuante nos períodos letivos de 2022, ano este escolhido para a investigação da pesquisa.

Baseado no que foi observado nos documentos, percebe-se que o IFRJ é uma instituição que visa a formação ambiental dos alunos, contudo pouco valoriza a presença dos conteúdos ecossistêmicos sob uma perspectiva química, uma vez que no decorrer da análise dos escritos notou-se um número limitados de menções significativas aos conteúdos químicos ecológicos. Logo, a abordagem das temáticas verdes fica restrita às escolhas metodológicas feitas pelos docentes, que relataram ter pouca formação sobre este campo do conhecimento durante sua trajetória formativa, haja vista a recente elaboração dos conhecimentos e convergência das ideias que culminaram na QV.

De modo particular, no PPC, os termos relativos aos estudos ambientais foram encontrados em diferentes tópicos, no qual evidenciava-se a suposta valia do tema na formação docente. Apesar do número de citações, nota-se que os estudos ambientais descritos, da maneira que foram compostos, se constituem sob uma ótica biológica. A vista disso, toda intervenção planejada no referido documento dá ênfase à abordagem do tema por um enfoque diferente daquele que o curso pretende formar. Ou seja, com base no documento pretende-se formar professores de química por meio do ensino ambiental de Biologia. Essa contradição se repete no Ementário, na medida em que a pesquisa realizada só permitiu encontrar nos PUCs analisados, a menção aos assuntos de QV na repetida bibliografia complementar intitulada “Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente”.

Embora haja disciplinas para que os conteúdos sejam conceitualmente estudados, é essencial que os conteúdos ambientais façam parte da formação

química dos licenciados. Com base no supracitado, o acesso à QV no curso de LQ fica restrito à unidade curricular obrigatória denominada Ciências Ambientais I, que aborda os conteúdos ecossistêmicos por um prisma biológico, a algumas disciplinas eletivas, na qual o tratamento é feito especialmente para conhecer os ramos de estudo e os princípios científicos da área aprofundado, e/ou os projetos de iniciação científica, amplamente atingidos pelos cortes orçamentários realizados nos últimos anos.

Semelhantemente, quando investigada a abordagem da QV e os modos de tratamento do tema ambiental, uma pequena parcela dos docentes assinalou algumas participações em atividades e/ou elaboração de exercícios nesse sentido e, além disso, nenhum dos entrevistados disse não conhecer a QV. Posto isso, os indícios levam a crer que em decorrência da falta de abertura e da não obrigatoriedade pelo ensino da temática, esta perde espaço nas aulas redigidas e assume um papel de menor relevância quando comparadas a outros conteúdos transpostos.

Por outro lado, por meio do questionário realizado com os professores, notou-se divergência nos aspectos de metodologias e objetivos, no qual a primeira característica foi selecionada majoritariamente a alternativa relativa ao modelo 1 e, sob outro enfoque, o segundo atributo escolhido apontava predominantemente para o modelo 3, respectivamente. Não obstante, com relação aos modos de inserção do tema e os empecilhos que impossibilitam a introdução da QV, as respostas obtidas possuem caráter desuniforme, isto é, há uma distribuição ponderada entre os docentes, em que não existe um grande destaque para nenhum dos modelos de abordagem estudados.

Outrossim, de modo a reafirmar a teoria do PCK composta por Shulman (1987) notou-se a relação existente entre as ações que os docentes promovem em sua prática pedagógica, sobretudo no que concerne às metodologias utilizadas, análogo as vivências que obtiveram durante sua formação inicial e seu amadurecimento profissional. Dessa forma, a baixa alusão a QV nos diferentes espaços de formação do curso de LQ se deve especialmente a pouca citação pela respectiva área durante o desenvolvimento educativo do corpo docente de Química. Sendo assim, os docentes conhecem e compactuam com as ideias defendidas pela educação ambiental, mas não desempenham nenhuma atividade desse gênero em virtude da falta de

experiências em tematizar as aulas ou por pressupor que existem espaços dedicados onde os alunos aprenderão sobre a assunto químico ambiental.

A partir dessa hipótese, os professores consideram, de modo geral, muito importante que os licenciandos tenham contato com o campo da Química Verde durante a sua formação, demonstrando a relevância de se investigar a presença do tema, porém desempenham poucas atividades deste porte. Assim, como defendido pelo teórico é indispensável que os professores do curso de licenciatura se informem continuamente, tendo em vista o papel de formar formadores, o que lhes confere o dever de explorar novos conhecimentos fora da sua formação inicial e da experiência docente, de modo a conhecer novas estratégias didáticas, trocar conhecimentos, dominar assuntos contemporâneos ao seu tempo e inteirar-se de como transpor as novas tramas de interesse do seu público-alvo

Em suma, segundo os documentos, o curso de licenciatura em Química do IFRJ CDuC pretende estruturar professores capazes de instruir ambientalmente seus alunos. Desse modo, as condições para dada construção deve ser ofertada obrigatoriamente durante sua formação inicial. Posto isso, buscando conceber profissionais capazes de formar efetivamente futuros cidadãos sobre seus direitos e deveres, é notória a necessidade pela inclusão dos temas ecossistêmicos nos documentos oficiais (PPC e PUCs) com finalidade de inserir a temática supracitada impactando na prática docentes daqueles que grafam sobre os licenciandos os conhecimentos de âmbito químico.

A vista disso, nota-se que o trabalho em questão logrou seu objetivo de investigar a presença da QV no curso de LQ do IFRJ CDuC e o PCK dos docentes no referido assunto e, ademais, satisfaz seus propósitos específicos, findando no amplo debate educacional capaz de responder à questão geradora da pesquisa.

Enfim, como propósito de pesquisas futuras, pode-se investigar também qual a visão dos graduandos e dos alunos de Ensino Médio quanto à QV e como estes identificam a relevância da presença desse campo do conhecimento em sua formação, buscando de fato entender qual a magnitude do conteúdo para compreender os fenômenos científicos e os debates sociais debruçados sobre tais conhecimentos.

REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICOS

ABENSUR, Patricia Lima Dubeux. Currículo: o jeito freireano de fazer. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 6, n. 2, p. 289-310, 2012.

ALMEIDA, Patrícia Cristina Albieri de *et al.* Categorias teóricas de Shulman: revisão integrativa no campo da formação docente. **Cadernos de Pesquisa**, v. 49, n. 174, p. 130-149, 2019.

ALMEIDA, Queli Aparecida Rodrigues de *et al.* Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: mapeamento e importância na prática docente. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 15, n. 34, p. 178-187, 2019.

ALONSO, Angela; COSTA, Valeriano; MACIEL, Débora. Identidade e estratégia na formação do movimento ambientalista brasileiro. **Novos estudos CEBRAP**, v. 4, n. 70, p. 151-167, 2007.

ANASTAS, Paul T.; KIRCHHOFF, Mary M. *Origins, current status, and future challenges of green chemistry*. **Accounts of chemical research**, v. 35, n. 9, p. 686-694, 2002.

ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green chemistry: Theory and practice**. 1. ed. Oxford: Oxford UP, 1998.

ARAÚJO, Geraldino Carneiro *et al.* Sustentabilidade empresarial: conceito e indicadores. In: Congresso Virtual Nacional de Administração, 3., 2006, Congresso Online. **Anais ... Terceiro Setor e Responsabilidade Social**, v. 3, p. 70-82, 2006.

ARAÚJO, Maria Cristina Pansera; DATTEIN, Raquel Weyh. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no currículo da Educação Superior com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 40, n. 1, p. 219-238, 2023.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química ambiental**. 5. ed. Barcelona: Editora Reverté, 2018.

BALLINI, Roberto. **Eco-friendly synthesis of fine chemicals**. 3. ed. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2009.

BERNARDES, Maria Beatriz Junqueira; PRIETO, Élisson Cesar. Educação Ambiental: disciplina versus tema transversal. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 173-185, 2010.

BERRY, Leonard L.; CONANT, Jeffrey S.; PARASURAMAN, A. *A framework for conducting a services marketing audit*. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 19, n. 11, p. 255-268, 1991.

BEZERRA, Carolina Gonzalez. **Um estudo da disciplina Teoria da Contabilidade em instituições de Ensino Superior públicas da grande Florianópolis**. 2015. 43 f. Bacharel em Ciências Contábeis (Trabalho de

Conclusão de Curso). Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015.

BEZERRA, Paloma Oliveira. A constituição da identidade profissional e dos saberes docente: territórios da experiência. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED**, v. 1, n. 2, p. 432-445, 2020.

BITTAR, Marisa; BITTAR, Mariluce. História da Educação no Brasil: a escola pública no processo de democratização da sociedade. **Acta Scientiarum. Education**, v. 34, n. 2, p. 157-168, 2012.

BRANDÃO, Juliana Barreto *et al.* Estudo sobre os conceitos da química verde numa escola de ensino médio e técnico integrado. **Revista Ciência em Tela**, v. 12, n. 2, p. 1-13, 2019.

BONZI, Ramón Stock. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 28, n. 6, p. 207-215, 2013.

BOURDIEU, Pierre. **Esboço de uma teoria da prática**. 1. ed. São Paulo: Ática, 1983.

BRAGA, João Carlos Pereira *et al.* A base nacional comum curricular– BNCC: uma discussão sobre educação ambiental e sustentabilidade. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 31242-31251, 2021.

BRASIL. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Lex: Coletânea de Legislação e Jurisprudência**, Brasília, v. 134, p. 27833-27841, 1996. Legislação Federal e Marginália.

BRASIL. **Instrumentos de avaliação de cursos de graduação**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Ministério da Educação, 2006. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_cursos_graduacao/instrumentos/2017/curso_reconhecimento.pdf>. Acesso em 24 de março de 2023.

BRASIL. Resolução CNE/CP nº 2, de 22 de dezembro de 2017. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. **Lex: Ministério da Educação**. Brasília, seção 1, p. 41-44, 2017. Diário Oficial da União.

BURMEISTER, Mareike; RAUCH, Franz; EILKS, Ingo. *Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education*. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 2, p. 59-68, 2012.

CALDEIRA, Anna Maria Salgueiro. A apropriação e construção do saber docente e a prática cotidiana. **Cadernos de pesquisa**, v. 1, n. 95, p. 5-12, 1995.

CANN, Michael C. *Bringing state-of-the-art, applied, novel, green chemistry to the classroom by employing the Presidential Green Chemistry Challenge Awards*. **Journal of chemical education**, v. 76, n. 12, p. 1639, 1999.

CASTRO, Nerlis Paola Pájaro; VERBEL, Jesús Tadeo Olivero. Química verde: un nuevo reto. **Ciencia e ingeniería Neogranadina**, v. 21, n. 2, p. 169-182, 2011.

CHAGAS, Anivaldo T. Roston. O questionário na pesquisa científica. **Administração on-line**, v. 1, n. 1, p. 25, 2000.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 6. ed. Ijuí: Editora Unijuí. 2014.

COELHO, Juliana Cardoso; MARQUES, Carlos Alberto. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 49-61, 2007.

COSTA, Dominique Azevedo. **Métricas de avaliação da química verde—aplicação no ensino secundário**. 2011. 332 f. Tese (Doutorado em Ensino e Divulgação das Ciências) – Departamento de Química e Bioquímica, Universidade do Porto, Porto, 2011.

CORTES JUNIOR, Lailton Passos; FERNANDEZ, Carmen. A educação ambiental na formação de professores de química: estudo diagnóstico e representações sociais. **Química Nova**, v. 39, n. 6, p. 748-756, 2016.

CURZONS, Alan D. *et al.* *So you think your process is green, how do you know?—Using principles of sustainability to determine what is green—a corporate perspective*. **Green Chemistry**, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2001.

D'ÁVILA, Cristina. Universidade e formação de professores: qual o peso da formação inicial sobre a construção da identidade profissional docente. In: **Memória e formação de professores**. Salvador: EDUFBA, 2007, p. 219-240.

FÁVERO, Altair Alberto; CENTENARO, Junior Bufon. A pesquisa documental nas investigações de políticas educacionais: potencialidades e limites. **Contrapontos**, v. 19, n. 1, p. 170-184, 2019.

FARIAS, Luciana A.; FÁVARO, Déborah IT. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1089-1093, 2011.

FELÍCIO, Helena Maria dos Santos; POSSANI, Lourdes de Fátima Paschoaleto. Análise crítica de currículo: um olhar sobre a prática pedagógica. **Currículo sem fronteiras**, v. 13, n. 1, p. 129-142, 2013.

FERNANDEZ, Carmen. PCK-Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: perspectivas e possibilidades para a formação de professores. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 1-12, 2011.

FERNANDEZ, Carmen. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 7, p. 500-528, 2015.

FERREIRA, Vitor F.; DA ROCHA, David R.; DA SILVA, Fernando C. Química verde, economia sustentável e qualidade de vida. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 85-111, 2014.

FLORES, Maria Assunção. Algumas reflexões em torno da formação inicial de professores. **Educação**, v. 33, n. 3, p. 182-188, 2010.

FLORES, Maria Assunção. Formação docente e identidade profissional: tensões e (des) continuidades. **Educação**, v. 38, n. 1, p. 138-146, 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação - uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 1. ed. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, Paulo. **Escola Viva entrevista Paulo Freire**. TV Cultura, Escola Viva, 1993. Entrevista concedida à repórter Amália Rocha.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educati- va**. 39. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FREIRE, Paulo. **Alfabetização: leitura do mundo, leitura da palavra**. 3. ed. Editora Paz e Terra, 2014.

FREITAS, Maxwell Pereira da Silva. **A análise da gestão sustentável de uma cooperativa agropecuária através do método MESMIS**. 2015. 55 f. Graduação em Administração (Trabalho de Conclusão de Curso). Unidade Acadêmica de Administração e Contabilidade, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2015.

FREITAS, Nadia Magalhães da Silva; MARQUES, Carlos Alberto. Abordagens sobre sustentabilidade no ensino GTS: educando para a consideração do amanhã. **Educar em Revista**, v. 2, n. 65, p. 219-235, 2017.

GADOTTI, Moacir. Educar para a sustentabilidade. **Inclusão social**, v. 3, n. 1, p. 75-78, 2008.

GOES, Luciane Fernandes *et al.* Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. **Educación química**, v. 24, p. 113-123, 2013.

GONÇALVES, Fábio Peres *et al.* *La dimensión ambiental de la experimentación en la enseñanza de la química: consideraciones sobre el uso de la métrica holística*. **Educación química**, v. 28, n. 2, p. 99-106, 2017.

GOUVÊA, Giana Raquel Rosa. Rumos da formação de professores para a Educação Ambiental. **Educar em revista**, v. 1, n. 27 p. 163-179, 2006.

GROSSMAN, Pamela Lynn. **The making of a teacher: teacher knowledge and teacher education**. 1. ed. New York: Teachers College Press, 1990.

GUIMARÃES, Célia Maria; MARIN, Fátima Aparecida Dias Gomes. Projeto Pedagógico: considerações necessárias à sua construção. **Nuances: estudos sobre Educação**, v. 4, n. 4, p. 35-47, 1998.

GUIMARÃES, Paulo Ricardo B. Estatística e pesquisa de opinião. **Departamento de Estatística UFPR**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2010.

GURSKI, Bruno; GONZAGA, Roberto; TENDOLINI, Patricia. Conferência de Estocolmo: um marco na questão ambiental. **Administração de Empresas em Revista**, v. 1, n. 7, p. 65-79, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estatísticas Sociais: **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101736_informativo.pdf>. Acesso em 11 de março de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Curso de Licenciatura em Química *campus* Duque de Caxias: **Projeto Pedagógico de Curso**. Duque de Caxias: IFRJ CDuC, 2018. Disponível em: <<https://portal.ifrj.edu.br/cursosgraduacao/licenciatura-quimica-duque-caxias>>. Acesso em 30 de março de 2023.

INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Curso de Licenciatura em Química *campus* Duque de Caxias: **Ementário das unidades curriculares**. Duque de Caxias: IFRJ CDuC, 2021. Disponível em: <<https://portal.ifrj.edu.br/cursos-graduacao/licenciatura-quimica-duque-caxias>>. Acesso em 5 de abril de 2023.

JAIN, Hari Krishan. **Green revolution: history, impact and future**. 1. ed. Houston: *Stadium Press LLC*, 2010.

RUSSEL, John B. **Química Geral**. 2. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1994.

KRAWCZYK, Nora; SILVA, Cássio José. Desigualdades educacionais no ensino médio brasileiro: uma análise do perfil socioeconômico de jovens que realizaram o Exame Nacional do Ensino Médio. **Sensos-e**, v. 4, n. 1, p. 12-23, 2017.

KISTEMACHER, Dilmar; COSTA, Maria do Carmo Gomes Brito. Política de educação ambiental na licenciatura: percepções de discentes em ciências naturais. **Pesquisa em Foco**, v. 27, n. 1, p. 16-37, 2022.

KOTZ, John C. *et al.* **Química e reações químicas**. 9. ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2005.

KRIPKA, Rosana Maria Luvezute; SCHELLER, Morgana; BONOTTO, Danusa de Lara. Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. **Revista de investigaciones UNAD**, v. 14, n. 2, p. 55-73, 2015.

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder**. 9. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

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, n. 1, p. 123-129, 2003.

LI, Chao-Jun; ANASTAS, Paul T. *Green Chemistry: present and future*. **Chemical Society Reviews**, v. 41, n. 4, p. 1413-1414, 2012.

LIMA, Ana Karmen Fontenele Guimarães. Consumo e sustentabilidade: em busca de novos paradigmas numa sociedade pós-industrial. In: Encontro Nacional do CONPEDI, 19, 2010, Fortaleza. **Anais...** v. 12, p. 1686-1698, 2010.

LIMA, Cassia Helena Pereira; PEREIRA, Gilberto Braga; VIEIRA, Adriane. Papéis sociais no ensino superior: aluno-cliente, professor-gerente-educador, instituição de ensino-mercantil. **Ciências da Administração**, v. 8, n. 15, p. 216-241, 2006.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2020.

MACHADO, Adélio A. S. C. Química Verde: Economia Atômica ou Utilização Atômica—Quem concebeu a métrica, Trost ou Sheldon?. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, v. 42, n. 150, p. 165-169, 2018.

MACHADO, Adélio A. S. C. Métricas da Química Verde—A produtividade atômica. **Boletim da Sociedade Portuguesa de Química**, v. 13, n. 107, p. 47-55, 2007.

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

MACHADO, Adélio A. S. C. **Introdução às Métricas da Química Verde: uma visão sistêmica**. 1. ed. Florianópolis: UFSC, 2014.

MANAHAN, Stanley E. **Química ambiental**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2016.

MANCIBO, Deise. Trabalho docente e produção de conhecimento. **Psicologia & Sociedade**, v. 25, n. 3, p. 519-526, 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MARQUES, Carlos Alberto *et al.* Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043–2052, 2007.

MARQUES, Carlos Alberto. Estilos de pensamento de professores italianos sobre a Química Verde na educação química escolar. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 316-340, 2012.

MARTINS, Heloisa Helena T. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004.

MASETTO, Marcos T. **Competência pedagógica do professor universitário**. 2. ed. São Paulo: Summus, 2012.

MEDINA, Naná Mininni. A formação dos professores em Educação Ambiental. In: **Panorama da educação ambiental no ensino fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 2001, p. 17-24.

MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva. Perspectivas formativas de cursos de licenciatura em química: o desvelar dos projetos pedagógicos a partir da análise textual discursiva. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 8, n. 19, p. 785-799, 2020.

MOREIRA, Amanda Magagnin; AIRES, Joanez Aires Aparecida; LORENZETTI, Leonir. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **Actio: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 193-210, 2017.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Para além das fronteiras da química: relações entre filosofia, psicologia e ensino de química. **Química Nova**, v. 20, n. 2, p. 200-207, 1997.

MOURA, Romero Marinho. Rachel Carson e os agrotóxicos 45 anos após primavera silenciosa. **Jornal da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v. 5, p. 44-52, 2008.

MOZETO, Antonio A.; JARDIM, Wilson de F. A química ambiental no Brasil. **Química Nova**, v. 25, n. 1, p. 7-11, 2002.

NASCIMENTO, Tatiana Galietta; VON LINSINGEN, Irlan. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

NETO, Antonio Calil. **A química verde e o papel da catálise no contexto da inovação e do desenvolvimento tecnológico sustentável**. 2010. 141f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

NETO, Elydio Santos. Paulo Freire e Gramsci: contribuições para pensar educação, política e cidadania no contexto neoliberal. **Múltiplas Leituras**, v. 2, n. 2, p. 25-39, 2009.

NOCE, Anthony M. *Green chemistry and the grand challenges of sustainability*. **Physical Sciences Reviews**, v. 3, n. 12, p. 1-8, 2018.

NUNES, Célia Maria Fernandes. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação & Sociedade**, v. 22, n. 74, p. 27-42, 2001.

O'NEIL, Natalie J. *et al. Approaches to incorporating green chemistry and safety into laboratory culture*. **Journal of chemical education**, v. 98, n. 1, p. 84-91, 2020.

OLIVEIRA, Inês Barbosa; GERALDI, João Wanderley. **Narrativas: outros conhecimentos, outras formas de expressão**. 1. ed. Petrópolis: DP - Faperj, 2010.

PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon. A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista Direitos Fundamentais & Democracia**, v. 6, n. 6, p. 1-25, 2009.

PEREIRA, Vera Wannmacher; SANTOS, Thais Vargas. Consciência linguística no uso de estratégias de leitura na escola em tecnologia virtual e tecnologia não virtual. **Texto Livre**, v. 10, n. 1, p. 66-82, 2017.

PITANGA, Ângelo Francklin. Crise da modernidade, educação ambiental, educação para o desenvolvimento sustentável e educação em química verde: (re)pensando paradigmas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 18, n. 3, p. 141-159, 2016.

PŁOTKA-WASYLKA, Justyna *et al.* *Green chemistry in higher education: state of the art, challenges, and future trends.* **ChemSusChem**, v. 11, n. 17, p. 2845-2858, 2018.

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

QUINO, Afonso R. *et al.* **Sustentabilidade ambiental**. 1. ed. Rio de Janeiro: Rede Sirius, 2015.

REIGOTA, Marcos Antonio dos Santos. Cidadania e educação ambiental. **Psicologia & Sociedade**, v. 20, n. 1, p. 61-69, 2008.

RIBEIRO, Maria Gabriela T. C.; COSTA, Dominique A.; MACHADO, Adélio ASC. Uma métrica gráfica para avaliação holística da veracidade de reações laboratoriais. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 759-764, 2010.

RIBEIRO, Maria Gabriela TC; MACHADO, Adélio ASC. Novas métricas holísticas para avaliação da veracidade de reações de síntese em laboratório. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1879-1883, 2012.

ROCHA, José Cláudio. Um Olhar sobre a Lei 9.795/99 que dispõe sobre a Educação Ambiental e Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. **Global Education Magazine**, v. 1, n. 8, p. 26-30, 2014.

ROSSATO, Maristela; MATOS, Jonas Filipe; PAULA, Ribanna Martins de. A subjetividade do professor e sua expressão nas ações e relações pedagógicas. **Educação em revista**, v. 1, n. 34, p. 1-20, 2018.

RÜNTZEL, Patricia L.; MARQUES, Carlos Alberto. Ambiente temático virtual de Química Verde para simulações de sínteses no Ensino de Química na perspectiva do desenvolvimento sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, p. 183-193, 2022.

SACRISTAN, José Gimeno. **Poderes instáveis em educação**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SANCHES, Arthur Caldeira *et al.* Descentralização da gestão ambiental no Brasil: análise histórica dos principais momentos do processo. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 14, n. 2, p. 51-68, 2017.

SANCHOTENE, Mônica Urroz; MOLINA NETO, Vicente. Habitus profissional, currículo oculto e cultura docente: perspectivas para a análise da prática pedagógica dos professores de educação física. Pensar a prática. **Repositório digital UFRGS**, v. 9, n. 2, p. 267-280, 2006.

SANDRI, Marilei Casturina Mendes; SANTIN FILHO, Ourides. Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química. **Educación química**, v. 30, n. 4, p. 34-46, 2019.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. A Química e a formação para a cidadania. **Educación química**, v. 22, n. 4, p. 300-305, 2011.

SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 1.ed. Campinas: Autores associados, 2011.

SHULMAN, Lee S. *Those who understand: Knowledge growth in teaching*. **Educational researcher**, v. 15, n. 2, p. 1-11, 1986.

SHULMAN, Lee S. *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. **Harvard educational review**, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

SHULMAN, Lee S. **Entrevista ao teórico da educação Lee Shulman**. ComCiência, v. 1, n. 115, p. 1-2, 2010. Entrevista concedida à Especialista de conteúdo pedagógico Daniela Ingui.

SHULMAN, Lee S. Conhecimento e ensino: fundamentos para a nova reforma. **Cadernos Cenpec**, v. 4, n. 2, p. 196-229, 2015.

SHULMAN, Lee S.; SHULMAN, Judith H. Como e o que os professores aprendem: uma perspectiva em transformação. **Cadernos Cenpec**, v. 6, n. 1, p. 120-142, 2016.

SILVA, Flavia Martins da; LACERDA, Paulo Sérgio Bergo de; JONES JUNIOR, Joel. Desenvolvimento sustentável e química verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005.

SILVA, João Carlos da. O tema da escola pública no manifesto dos pioneiros da Educação Nova. **Revista de Educação Pública**, v. 20, n. 44, p. 521-539, 2011.

SILVA JÚNIOR, Carlos Alberto da; JESUS, Dosil Pereira de; GIROTTO JÚNIOR, Gildo. Química Verde e a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman: Tradução e Alinhamentos com o Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova**, v. 45, n. 8, p. 1010-1019, 2022.

SILVEIRA, Jéssica Garcia. **Ciência, política e natureza na construção do “parlamento ambiental” brasileiro: o Conama e a institucionalização do meio ambiente no Brasil (1981-1992)**. 2016. 214f. Dissertação (Mestrado em História Social) – Departamento de História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SOUSA-AGUIAR, Eduardo F. *et al.* Química verde: a evolução de um conceito. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1257-1261, 2014.

TEIXEIRA, Fabiana Cristina. **A construção dos saberes docentes por professores formadores**. 2012. 128f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

TEIXEIRA, Yana Bárbara da Silva; ANTUNES, Ettore Paredes. Qual é a importância dos congressos científicos? Visões de pós-graduandos e docentes da Química de uma universidade pública. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 1-14, 2021.

TOZZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Educação Ambiental: referências teóricas no ensino superior. **Interface-Comunicação: Saúde, Educação**, v. 5, n. 9, p. 33-50, 2001.

TOZZONI-REIS, Marília Freitas de Campos; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. **Educar em revista**, v. 3, n.1, p. 145-162, 2014.

United Nations Environment Programme (UNEP). **Quarta sessão da Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. 2019. Disponível em: <<https://environmentassembly.unenvironment.org/unea4>>. Acesso em 15 de março de 2023.

VALENTE, Geilsa Soraia Cavalcanti; VIANA, Ligia de Oliveira. Da formação por competências à prática docente reflexiva. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 48, n. 4, p. 132-140, 2009.

VIEIRA, Alboni Marisa Dudeque Pianovski; DE SOUZA JÚNIOR, Antônio. A educação profissional no Brasil. **Interações**, v. 12, n. 40, p. 152-169, 2016.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

ZERBINI, Fabíola Marono. **Emancipação e ambientalismo: um estudo sobre fundamentos para uma Educação Ambiental crítica**. 2008. 181f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Escola de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

ZUCCO, César. Química para um mundo melhor. **Química Nova**, v. 34, n. 5, p. 733-733, 2011.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Me chamo José Victor Lopes da Silva, sou aluno do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro *campus* Duque de Caxias (IFRJ CDuC) desde 2018.2. Estou, atualmente, realizando a minha pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso sob orientação da docente Queli Aparecida Rodrigues de Almeida (IFRJ *campus* Duque de Caxias).

Venho, por meio deste, convidar-lhe a participar da pesquisa intitulada "A Química Verde na formação de professores: um estudo sobre as disciplinas de Química e o PCK dos docentes do curso de Licenciatura em Química do IFRJ CDuC" de responsabilidade do pesquisador José Victor Lopes da Silva, que tem como objetivo principal investigar como a Química Verde está inserida na formação dos alunos de Licenciatura em Química do IFRJ *campus* Duque de Caxias por intermédio das diretrizes curriculares e da ação docente no contexto das aulas de Química. Este é um estudo baseado em uma abordagem qualitativa que envolverá a coleta de dados por meio de um questionário semiestruturado, e não oferece nenhum risco aos participantes.

Suas respostas serão tratadas de forma anônima e confidencial, isto é, em nenhum momento será requerido ou divulgado o seu nome. Quando for necessário exemplificar determinada situação, sua privacidade será assegurada. Os dados coletados serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados apenas em produções científicas.

Sua participação é voluntária, isto é, a qualquer momento você poderá recusar-se a responder qualquer pergunta ou poderá desistir de participar da pesquisa, e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder perguntas de um questionário.

Você não terá nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras. O benefício relacionado a sua participação será o aumento do conhecimento científico para a área de ensino de Química.

Ao final, você poderá consultar novamente este termo no qual constam os dados de identificação do pesquisador responsável. Orientamos que anote as informações de identificação de pesquisador responsável, caso

seja necessário entrar em contato para poder tirar as suas dúvidas sobre a pesquisa e sua participação.

O referido questionário é anônimo e ficará disponível para respostas até o dia 17/04/2023. O tempo estimado de resposta é de aproximadamente 6 minutos.

Pesquisador responsável: José Victor Lopes da Silva

Instituição: IFRJ *campus* Duque de Caxias

Curso: Licenciatura em Química

Telefone: (21) 99539-9335

E-mail: josevictor.qm@gmail.com

Você está de acordo com o referido termo acima?

Sim

Não

APÊNDICE B - Questionário semiestruturado

Nesta seção você será convidado(a) a responder sobre a sua atuação nas disciplinas que lecionou em 2022 no curso de Licenciatura em Química do IFRJ *campus* Duque de Caxias e também acerca da sua percepção sobre a Química Verde. Solicito que seja o mais fiel possível.

Pergunta 1: Dentre as disciplinas de Química ministradas no curso de Licenciatura em Química do IFRJ *campus* Duque de Caxias, em qual(is) se enquadra(m) a(s) disciplina(s) que você atuou em 2022?

- Química Geral (teórica ou/e experimental).
- Química Inorgânica (teórica ou/e experimental).
- Química Orgânica (teórica ou/e experimental).
- Físico-Química (teórica ou/e experimental).
- Química Analítica (teórica ou/e experimental).

Pergunta 2: Para você, o que significa Química Verde?

Resposta aberta

Pergunta 3: Em algum momento da sua formação você teve contato com algum assunto referente a Química Verde?

- Durante a graduação.
- Durante a pós-graduação.
- Durante o exercício da docência .
- Nos eventos culturais/científicos.
- Nunca ouvir sobre Química Verde.

Pergunta 4: De acordo com sua resposta no item anterior, como você acredita que a Química Verde pode estar inserida no processo formativo de futuros cidadãos?

Resposta aberta

Pergunta 5: Caso já tenha participado ou realizado alguma atividade com ênfase na Química Verde relate brevemente o acontecido.

Resposta aberta

Pergunta 6: De que forma você acredita que os conhecimentos relativos à Química Verde podem ser inclusos nas estratégias de ensino?

- Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais.
- Incorporação de estratégias sustentáveis como conteúdo no currículo de Química.
- Debates sobre novas tecnologias: abordagem de aspectos controversos.

Pergunta 7: Considerando o curso em que você lecionou suas aulas, o que você acredita que a Química Verde pode ocasionar no curso de Licenciatura em Química?

- Permitir aos estudantes a incorporação dos conceitos da QV em sua atuação profissional.
- Compreensão de conceitos de química através das relações com aplicações tecnológicas/questões ambientais.
- Aumentar a compreensão sobre o impacto e o papel da ciência na sociedade /Enfatizar o papel da química nas questões de sustentabilidade.

Pergunta 8: Dentre as opções abaixo, escolha um dos setores do curso de Licenciatura em Química que você considera mais importante e apropriado para que os conhecimentos da Química Verde sejam inclusos?

- Disciplinas Experimentais.
- Princípios da QV como conteúdos específicos no currículo (disciplina à parte).
- Princípios da QV incorporados às disciplinas tradicionais ao longo do currículo.

Pergunta 9: Em decorrência da baixa busca pelos assuntos relativos à área Química Verde no curso de Licenciatura em Química do IFRJ *campus* Duque de Caxias, qual você acredita ser o principal motivo para esse tipo de problema?

- Dificuldades em conteúdos básicos de química.

- () Necessidade de integração de conceitos de diversas áreas da química.
- () Necessidade de abordagens multidisciplinares.
- () Necessidade de relacionar aspectos de química a aspectos relacionados aos sistemas produtivos, sociais, econômicos, etc.

Pergunta 10: De acordo com a escala abaixo, o quanto você acredita ser importante que os licenciados em Química tenham contato com a Química Verde durante sua formação inicial e/ou continuada?

- () Muito importante.
- () Importante.
- () Mais ou menos importante.
- () Pouco importante.
- () Sem importância alguma.

ANEXO A – Exemplo de Plano de Unidade Curricular



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro
Pró-Reitoria de Ensino de Graduação

2º Período

PLANO DE UNIDADE CURRICULAR (PUC)		
UNIDADE CURRICULAR		CÓDIGO
QUÍMICA GERAL II		LQU39036
CURSO (S) EM QUE É OFERECIDA		CLASSIFICAÇÃO
Licenciatura em Química		Obrigatória
		Optativa
		X
CARGA HORÁRIA SEMESTRAL	NUMERO DE CREDITOS	CARGA HORÁRIA SEMANAL
54 horas	04	04
PRE-REQUISITO (S)		CÓDIGO (S)
QUÍMICA GERAL I		LQU39035
CO-REQUISITO (S)		CÓDIGO (S)
Não há		-
EMENTA		
<p>Soluções: Dispersões, soluções verdadeiras, sistemas coloidais e suspensões. Unidades de concentração, solubilidade, mistura e reação entre soluções e processos de dissolução e diluição. Cinética Química: Velocidade de reação, equação de velocidade, ordem e molecularidade das reações, meia-vida, catálise, energia de ativação, teoria das colisões e mecanismo de reação; Termodinâmica: 1º e 2º princípios da termodinâmica, calor de reação, entalpia, energia interna, energia de ligação, entropia, energia livre de Gibbs e espontaneidade termodinâmica; Equilíbrio químico: Constante de equilíbrio, deslocamento do equilíbrio, equilíbrio iônico, pH e POH, equilíbrio de ácidos e bases, efeito do íon comum, solução tampão, hidrólise, fenômenos de precipitação, KPS e equilíbrio entre complexos; Eletroquímica e Eletrolise: Oxidantes e redutores, balanceamento de equações redox, pilhas, critérios de espontaneidade, Leis de Faraday, previsão de produtos de eletrólises em meio aquoso e líquido.</p>		
OBJETIVO GERAL		
Adquirir conhecimentos básicos sobre a caracterização das soluções e das propriedades de seus componentes; da energia e velocidades das transformações; do equilíbrio possível entre as espécies químicas e das interações entre as energias química e elétrica.		
ABORDAGEM	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	
X Teórica	Exposição oral auxiliada por data show, retroprojetor, quadro branco e caneta. A avaliação será realizada mediante provas escritas.	
Prática		
ATIVIDADES DE ENRIQUECIMENTO CURRICULAR		
Rever o conteúdo prévio em Físico-Química adquirido pelo aluno no ensino médio e amadurece-lo dentro da realidade proposta pelo curso.		
OPERACIONALIZAÇÃO DA PRÁTICA COMO COMPONENTE CURRICULAR		
Definição no Projeto Pedagógico do Curso.		
BIBLIOGRAFIA BÁSICA		
BRADY, J. E.; SENESE, F. A.; JESPERSON, N. D. Química – A matéria e suas transformações. v.2, 5ed. LTC, 2009.		
KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. Química Geral e reações químicas v.2, Cengage Learning, 2010.		
RUSSEL, J. B. Química Geral v.2, 2ed. Makron Books (Grupo Pearson), 2009.		
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR		
ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 3 ed. Bookman, 2006.		
BARBOSA, A. L. Dicionário de Química. 4 ed. AB Editora, 2007.		
BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E.; BURDGE, J. R. Química: A ciência central. 9 ed. Pearson Education, 2005.		
CHANG, R. Química Geral: Conceitos essenciais. 4 ed. Bookman, 2010.		
MASTERTON, W. L.; SLOWINSKI, E. J. STRANITSKI, C. L. Princípios de Química. 6 ed. LTC, 2009.		
Coordenador do Curso		Pró-Reitoria de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
Aline Maria dos Santos Teixeira		Alessandra Ciambarella Paulon