

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

**A experimentação no curso de Licenciatura em Química da UFSCar (*campus* São Carlos): aproximações e distanciamentos à Química Verde**

João Francisco Nunes Tasso

São Carlos  
2018

**JOÃO FRANCISCO NUNES TASSO**

**A experimentação no curso de Licenciatura em Química da UFSCar (*campus* São Carlos): aproximações e distanciamentos à Química Verde**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Dra. Vânia Gomes Zuin

São Carlos  
2018



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas  
Programa de Pós-Graduação em Educação

---

### Folha de Aprovação

---

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato João Francisco Nunes Tasso, realizada em 28/02/2018:

Handwritten signature of Vânia Gomes Zuin in blue ink, positioned above a horizontal line.

Profa. Dra. Vânia Gomes Zuin  
UFSCar

Handwritten signature of Douglas Verrangia Corrêa da Silva in blue ink, positioned above a horizontal line.

Prof. Dr. Douglas Verrangia Corrêa da Silva  
UFSCar

Handwritten signature of Daniela Cassia Sudan in blue ink, positioned above a horizontal line.

Profa. Dra. Daniela Cassia Sudan  
USP

À Neide e ao João Antônio

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Dra. Dra. Vânia Gomes Zuin, por quem tenho admiração e respeito, pela orientação e ensinamentos de vida;

Aos Profs. Drs. Angelina Sofia Orlandi, Douglas Verrangia Correa da Silva, Daniela Cássia Sudan pelas contribuições no exame de qualificação e defesa;

Aos amigos do Grupo de Estudo e Pesquisa em Química Verde, Sustentabilidade e Educação (GPQV);

Aos colegas do mestrado e doutorado ingressantes no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFSCar) em 2016;

Aos amigos e professores da USP/Ribeirão Preto;

Aos amigos de São Carlos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos.

Obrigado!

Abelha fazendo o mel  
Vale o tempo que não voou  
A estrela caiu do céu  
O pedido que se pensou  
O destino que se cumpriu  
De sentir seu calor  
E ser todo  
Todo dia é de viver  
Para ser o que for  
E ser tudo

Sim, todo amor é sagrado (...)

**Amor de Índio** – Beto Guedes

## RESUMO

A introdução da Química Verde nos currículos universitários tem ocorrido principalmente por meio de propostas experimentais em laboratórios de ensino nos últimos vinte anos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi investigar de que maneira os princípios da filosofia da Química Verde (QV) estão inseridos nas práticas laboratoriais presentes nos documentos relativos ao curso de Licenciatura em Química da UFSCar do *campus* de São Carlos. Por meio desse estudo de caso, buscou-se analisar as aproximações e os distanciamentos das disciplinas experimentais à QV. Foram analisados documentos oficiais (“Diretrizes e Bases da Educação Nacional”; “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena”; “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena”; “Resolução CNE/CES 8”, “Plano de Desenvolvimento Institucional”; “Perfil do profissional a ser formado na UFSCar”; “Projetos pedagógicos” e a respectiva matriz curricular que é composta por sete disciplinas experimentais obrigatórias). A metodologia de coleta e análise de dados é qualitativa, esta última baseada na Análise Textual Discursiva, a qual tem como finalidade produzir novas compreensões sobre o objeto de estudo e os discursos que o compõe. Após a análise dos dados foi elaborada a categoria “Educação em Química Verde” (EQV), que contém a subcategoria “Experimentação Verde”. A análise de como a EQV está inserida nos documentos oficiais é expressa por meio das compreensões acerca das relações CTSA e de conteúdos inter/multi/pluri/transdisciplinares, da QV, da sustentabilidade e da ambientalização curricular presentes nestes documentos. Desse modo, observamos que o currículo tem potencial para compreender a pluralidade na formação do licenciando e sustenta a necessária contextualização dos conteúdos, da transversalidade e de questões sociais e éticas, aspectos ligados intimamente à EQV. A Experimentação Verde objetiva trazer para as práticas experimentais os aspectos históricos da produção do conhecimento e aproximar os estudantes à filosofia da QV por meio de seus princípios e dos Princípios da Educação em Química Verde (PEQV). Nas análises das ementas das 7 disciplinas experimentais, observamos que existem distanciamentos de algumas compreensões presentes como, por exemplo, o caráter instrumentalizado atribuído à experimentação. O conteúdo “tratamento e descarte de resíduos” é recorrente nas práticas experimentais e de modo mais significativo como uma atividade pontual e de remediação, que se distancia de uma Experimentação Verde. De modo menos expressivo, outros discursos estão sendo construídos sobre a minimização e a eliminação dos resíduos, e têm uma maior aproximação à Experimentação Verde.

Palavras-chave: Experimentação; Formação inicial de professores de Química; Educação em Química Verde.

## ABSTRACT

The introduction of Green Chemistry in university subjects has occurred mainly through experimental proposals in teaching laboratories in the last twenty years. For this reason, the objective of this work was to investigate how the principles of the Green Chemistry (GQ) philosophy are inserted in the laboratory practices present in the documents related to the undergraduate course in Chemistry of UFSCar of the São Carlos *campus*. Through this case study, we sought to analyze the approaches and distances of the experimental disciplines to the GQ. We analyzed the official documents ("Guidelines and Bases of National Education", "National Curriculum Guidelines for Chemistry, Bachelor's and Master's degree courses", "National Curricular Guidelines for the Training of Basic Education Teachers at the higher level, undergraduate course", "CNE / CES 8 Resolution", "Institutional Development Plan", "Profile of the professional to be graduated at UFSCar", "Pedagogical projects" and the respective course curriculum which is composed of seven compulsory experimental subjects). The methodology of data collection and analysis is qualitative, the latter based on the Discursive Textual Analysis, whose purpose is to produce new understandings about the object of study and the discourses that compose it. After the analysis of the data the category "Education in Green Chemistry" (GQE), was elaborated and it contains the subcategory "Green Experimentation". The analysis of how GQE is inserted in the official documents is expressed through the understandings about the CTSE relations and of inter / multi / pluri / transdisciplinary contents, of the GQ, of the sustainability and of the curricular environmentalization present in these documents. Therefore, we observe that the curriculum has the potential to understand the plurality in the formation of the graduating and supports the necessary contextualization of the contents, transversality and social and ethical issues, aspects closely related to GQE. The Green Experimentation aims to bring to the experimental practices the historical aspects of knowledge production and to bring students closer to the philosophy of GQ through the principles and principles of Green Chemistry Education (GCEP). In the analysis of the menus of the seven experimental disciplines, we observe that there are distances from some present understandings, such as the instrumental character attributed to experimentation. The content "waste treatment and disposal" is recurrent in the experimental practices and in a more significant way as a punctual and remediation activity, that distances itself from a Green Experimentation. In a less expressive way, other discourses are being constructed on the minimization and elimination of residues, and have a closer approximation to Green Experimentation.

Keywords: Experimentation; Initial training of chemistry teachers; Green Chemistry Education.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características estimuladas na formação do egresso do curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCAR campus São Carlos .....	44
Quadro 2 – Os Doze Princípios da QV .....	46
Quadro 3 – Princípios da Educação em Química Verde (PEQV) .....	50
Quadro 4 – Documento analisado e código atribuído na etapa de desconstrução dos textos...	67
Quadro 5 – Origem de cada unidade de análise .....	68

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trabalhos em Educação/QV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar e UNICAMP .....	21
Figura 2 – Trabalhos em Educação/QV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar, UNICAMP e categorizados em EQV e QV .....	22
Figura 3 – Subcategorias dos trabalhos categorizados como EQV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar e UNICAMP .....	23
Figura 4 – Subcategorias dos trabalhos categorizados como QV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar e UNICAMP .....	26
Figura 5 – Número de trabalhos publicados na revista Química Nova entre 1978 e agosto/2017 .....	32
Figura 6 – a) EV com grau verde máximo, Índice de Preenchimento da Estrela (IPE) = 100; b) EV de grau verde mínimo .....	53
Figura 7 – Estrela Verde de maior grau construída com os PEQV.....	59
Figura 8 – Ciclo da análise textual discursiva.....	71
Figura 9 – Associação dos 12 princípios da QV e 6 princípios da EQV .....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Princípios da Educação em QV utilizados para a construção de métrica EQV.....	54
Tabela 2 – Disciplinas experimentais obrigatórias do curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar campus São Carlos .....	62
Tabela 3 – Documentos analisados e data/ano de publicação .....	64
Tabela 4 – Origem, frequência e porcentagem das unidades de análise que compõem a categoria “Educação em Química Verde” .....	69
Tabela 5 – Origem, frequência e porcentagem das unidades de análise que compõem a subcategoria “Experimentação Verde”.....	70
Tabela 6 – Disciplinas obrigatórias com incidência em ambientalização curricular do plano pedagógico vigente a partir de 2004 do curso de Licenciatura em Química da UFSCar campus São Carlos.....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ACES: Rede de Ambientalização Curricular do Ensino Superior
- ACIEPE: Atividades Curriculares de Integração Ensino, Pesquisa e Extensão
- ACS: *American Chemical Society*
- AVA: Ambiente Virtual de Aprendizagem
- CCA: Centro de Ciências Agrárias
- CCET: Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
- CCTS: Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade
- ConsUni: Conselho Universitário
- CPDS: Centro de Pesquisa para o Desenvolvimento Sustentável
- CTSA: Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
- DQ: Departamento de Química
- ENEQ: Encontro Nacional de Ensino de Química
- EUA: Estados Unidos da América
- EA: Educação Ambiental
- EQV: Educação em Química Verde
- EV: Estrela Verde
- FISPQ: Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos
- Funbec: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências
- GC: *Green Circle*
- GHS: Sistema de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos Globalmente Harmonizados
- HPLC: *High Performance Liquid Chromatography*
- GM: *Green Matrix*
- GS: *Green Star*
- Ibccc: Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura
- INCA: *Interuniversity Consort Chemistry for the Environment*
- IPE: Índice de Preenchimento da Estrela
- IUPAC: *International Union for Pure and Applied Chemistry*
- LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
- MMA: Ministério do Meio Ambiente
- ONU: Organização das Nações Unidas
- PADCT: Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

PAIUB: Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras  
PDI: Plano de Desenvolvimento Institucional  
PPC: Projeto Pedagógico do Curso  
Premen: Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciências  
PEQV: Princípios da Educação em Química Verde  
QNEsc: Revista Química Nova na Escola  
QV: Química Verde  
REUNI: Reestruturação e Expansão das Universidades Federais  
RSC: *Royal Society of Chemistry*  
SBQ: Sociedade Brasileira de Química  
SciELO: *Scientific Electronic Library Online*  
SDS: Secretaria de Políticas Públicas para o Desenvolvimento Sustentável  
UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura  
UNESP: Universidade Estadual Paulista  
UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas  
UFSCar: Universidade Federal de São Carlos

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	17
1. CONTEXTUALIZANDO O ESTUDO .....	19
1.1 REVISÃO DA LITERATURA: TENDÊNCIAS EM EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE .....	19
1.2 A EXPERIMENTAÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA .....	27
1.3 O PERFIL DO LICENCIANDO EM QUÍMICA DA UFSCar .....	36
1.3.1 O PERFIL DO PROFISSIONAL E O PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSCar .....	36
1.3.2 O CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO CAMPUS SÃO CARLOS .....	41
2. REFERENCIAL TEÓRICO: QUÍMICA VERDE .....	45
2.1 UM BREVE HISTÓRICO .....	45
2.2 A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE .....	48
3. METODOLOGIA .....	61
3.1 O ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOCUMENTAL .....	61
3.2 O <i>CORPUS</i> DA PESQUISA .....	63
3.3 UMA TEMPESTADE DE LUZ: ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA .....	65
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	73
4.1 EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE .....	73
4.1.1 EXPERIMENTAÇÃO VERDE .....	86
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	97
REFERÊNCIAS .....	99
APÊNDICES .....	105
APÊNDICE A – LEVANTAMENTO SOBRE EQV E QV .....	105
APÊNDICE B – TRABALHOS NA SEÇÃO EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NA REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA .....	117
ANEXOS .....	125

ANEXO A – TABELAS PARA A CONSTRUÇÃO DA ESTRELA VERDE.....	125
ANEXO B – MATRIZ CURRICULAR LICENCIATURA EM QUÍMICA CAMPUS SÃO CARLOS 2017 .....	129
ANEXO C – EMENTÁRIO DAS DISCIPLINAS EXPERIMENTAIS DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA CAMPUS SÃO CARLOS.....	133



## APRESENTAÇÃO

Este estudo tem como base teórica a filosofia da Química Verde (QV), e compreende que na formação do licenciando em Química é necessário que estejam presentes aspectos com maior aproximação à sustentabilidade socioambiental. De acordo com a literatura, uma das formas mais frequentes para a introdução da Química Verde se relaciona à experimentação, com potencial para a inserção de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, principalmente quando incorporadas às relações com a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

Esta pesquisa teve como objetivo principal investigar de que maneira os princípios da Química Verde estão inseridos nas propostas de experimentação presentes nos documentos relativos ao curso de Licenciatura em Química da UFSCar do campus de São Carlos.

Com os objetivos específicos de:

- Analisar as aproximações e distanciamentos das disciplinas experimentais da Química Verde nos documentos referentes ao curso de interesse;
- Associar os princípios da Química Verde e os Princípios da Educação em Química Verde (PEQV) com vistas às sugestões de encaminhamentos das propostas experimentais.

Desse modo, a questão de pesquisa que norteou esse trabalho foi: “De que modo a filosofia da QV se faz presente nas propostas de experimentação expostas no plano pedagógico e ementas das disciplinas práticas do curso de Licenciatura em Química da UFSCar (campus São Carlos)?”

Assim, a dissertação foi organizada em capítulos. No primeiro capítulo é apresentada uma contextualização do trabalho do ponto de vista de publicações na área e de documentos que tocam o curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal da São Carlos (UFSCar), com foco no *campus* de São Carlos. No segundo capítulo são apresentados os aportes da filosofia da QV e a sua introdução no ensino que visa à Educação em Química Verde (EQV), o qual tem na experimentação um dos modos pelos quais a inserção destes pressupostos pode ocorrer.

O terceiro capítulo é dedicado aos métodos empregados para a realização desta pesquisa, explicitando os caminhos escolhidos para a coleta e análise. No quarto capítulo são apresentados os dados que resultaram na categoria de análise “Educação em Química Verde” e subcategoria “Experimentação Verde” e as respectivas discussões.

Por fim, no quinto capítulo são tecidas as considerações finais, em que são apresentadas as principais contribuições deste trabalho, seguido das referências, apêndices e anexos que compõem a dissertação.

## 1. CONTEXTUALIZANDO O ESTUDO

### 1.1 REVISÃO DA LITERATURA: TENDÊNCIAS EM EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE

A inserção da QV em diferentes áreas do conhecimento vem ganhando visibilidade em publicações que têm em sua essência os pressupostos dessa filosofia. Seja por meio de publicações de livros, capítulos e artigos, tal crescimento foi observado por meio de um levantamento dos últimos 9 anos. Observa-se que houve um aumento significativo de publicações, muitas nas áreas de Química Orgânica, Inorgânica, Físico-Química, Analítica, bem como um número expressivo de trabalhos que relacionam a QV com a Educação Química.

A pesquisa bibliográfica foi realizada em bases de dados como o *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *Education Resources Information Center* (ERIC), CAPES, Bancos de teses e dissertações da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em pesquisa avançada de 2007 a 2016, variando os descritores “Química Verde” e/ou “Educação” em português e inglês. Sousa-Aguiar et al. (2014) apontam que no cenário atual há uma grande geração de bibliografia na área de QV e ao mapear o desenvolvimento do conceito de QV ao redor do mundo observaram que o termo “*green chemistry*” é o mais utilizado como palavra-chave em publicações nessa linha.

Para o levantamento foi realizada uma sistematização prévia de pesquisas que pudessem ser consideradas de Educação e/ou QV; em alguns casos a QV era utilizada como sinônimo de Química Ambiental<sup>1</sup>, meio ambiente ou natureza, o que dificultou a seleção dos trabalhos levantados. Foram selecionados 152 trabalhos (apêndice A) e analisados pelo ano de publicação e pelo tema de pesquisa, e categorizados em:

- EQV (Educação em Química Verde): compostos por propostas experimentais para o ensino de Química, relatos de experiências em sala de aula, manuais para práticas sustentáveis em ambiente escolar, currículo, formação de profissionais em Química e métricas para ensino.

---

<sup>1</sup> Para Fernandez et al. (2009), a Química Ambiental “pode ser entendida como um campo de estudo para o qual convergem as áreas tradicionais da química, a fim de estudar um objeto complexo, isto é, o ambiente.” (p. 399).

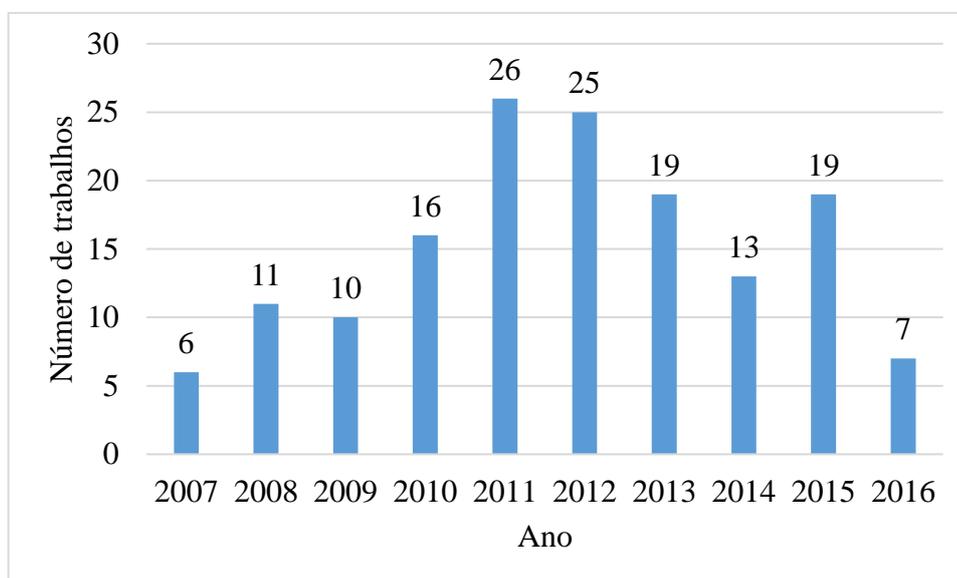
- QV (Química Verde): englobam propostas experimentais, revisão de práticas experimentais, novas metodologias alternativas que incluam os princípios da QV, design de novos produtos e processos, engenharia verde, conceito da QV, métricas e biocombustíveis.

Para estas duas categorias foram criadas subcategorias: para a EQV (Figura 3), as subcategorias “Currículo”, “Formação de profissionais em Química”, “Métricas para o ensino”, “Propostas experimentais para o ensino de Química” e “Relações com a QV”. Já para a categoria QV (Figura 4): “Conceitos da QV”, “Design de novos produtos”, “Processos e propostas experimentais com os princípios da QV” e “Métricas”.

Podemos observar na Figura 1 que houve um aumento no número de trabalhos a partir de 2007. Um número mais expressivo destes trabalhos ocorreu no ano de 2011, em que observamos que este ano foi o “Ano Internacional da Química”, por iniciativa da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) e da IUPAC (*International Union for Pure and Applied Chemistry*, em português: União Internacional de Química Pura e Aplicada) com o *slogan* “*Chemistry: our life, our future*”, com o objetivo de celebrar as conquistas da Química e sua contribuição para o bem-estar da humanidade, e nas comemorações foi proposto englobar atividades que pudessem apresentar aos jovens os princípios e ações da Química e o seu papel para um mundo sustentável (REZENDE, 2011). Outro marco que pode ter repercutido no número de trabalhos publicados foi entre os anos de 2005-2014, durante a Assembleia Geral nas Nações Unidas, que é um dos órgãos da Organização das Nações Unidas (ONU), ocasião em que foi proclamada a “Década Internacional da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”.

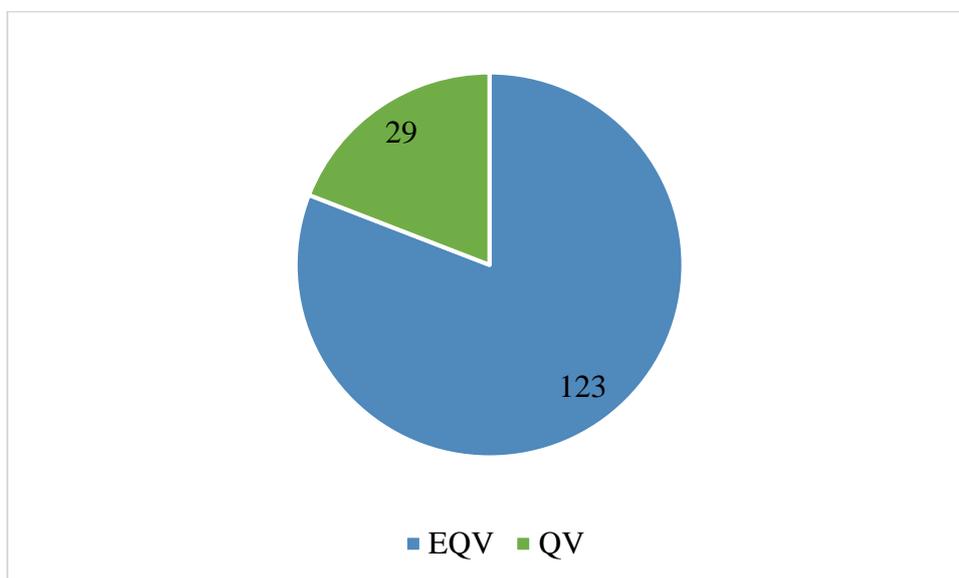
Saqueto (2015) realizou um levantamento entre os anos de 1995 e abril/2014 de 300 trabalhos inseridos neste período, evidenciando que no ano de 2012 houve um crescimento no número de publicações, o que também pode ter relação com o “Ano Internacional da Química” e a “Década Internacional da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”. A primeira publicação nas plataformas investigadas em Educação e QV foi em 1995, com o artigo “*Introducing Green Chemistry in teaching and research*” publicado no *Journal of Chemical Education* por Collins.

Figura 1 – Trabalhos em Educação/QV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar e UNICAMP



Com relação às categorias (EQV e QV), conforme se pode observar na Figura 2, o maior número de trabalhos está relacionado com a EQV – 123 trabalhos foram categorizados como EQV e 29 como QV. De acordo com Lenardão et al. (2003) “um profissional formado dentro dos princípios da QV estará muito mais preparado para o desafio que a indústria e o meio acadêmico passaram a impor nos últimos anos: a busca pela química auto-sustentável.” (p. 128). Esta afirmativa é evidenciada nos números de trabalhos que apresentam a EQV e enfatizam a relação dos princípios da QV e a formação de profissionais em Química.

Figura 2 – Trabalhos em Educação/QV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar, UNICAMP e categorizados em EQV e QV



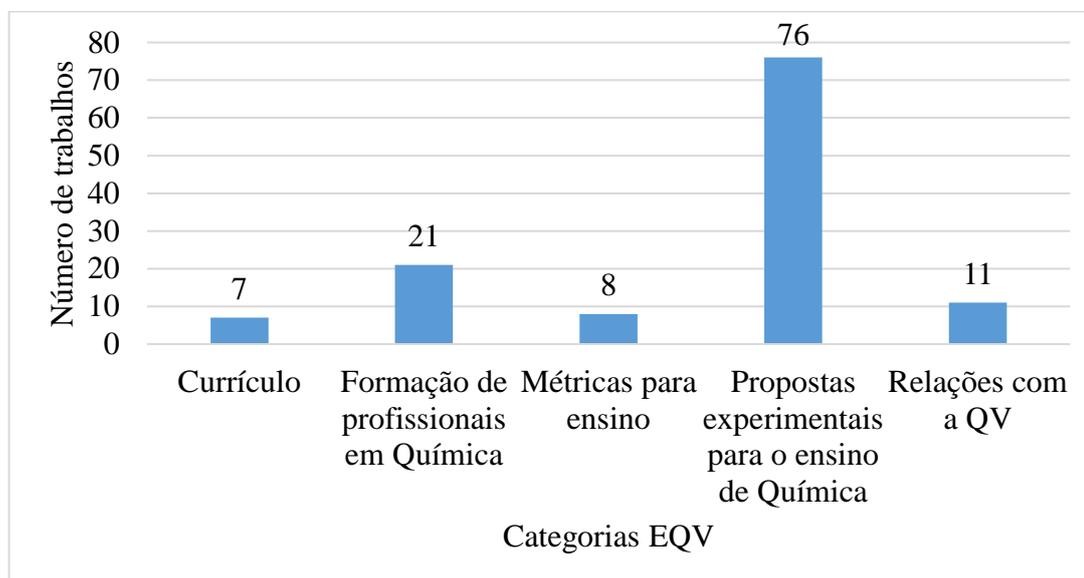
A literatura apresenta trabalhos como o de Sjöstrom, Eilks e Zuin (2016), que problematizam as limitações em QV no contexto educacional. Para os autores a filosofia da QV, que originalmente é baseada nos 12 princípios e orientada para as pesquisas, indústrias, objetivando processos químicos que não impactem o ambiente e a saúde humana para a educação, é preciso abranger questões sócio-críticas para formar cidadãos que possam entender a complexidade do mundo e realizar suas decisões democráticas baseadas em valores sustentáveis.

Podemos observar na Figura 3 as subcategorias dos trabalhos categorizados como EQV. A construção de um currículo<sup>2</sup> em que possam ser inseridos os princípios da QV é discutida em trabalhos que propõem a sua inserção em disciplinas que compõem a matriz curricular como, por exemplo, a química orgânica. Mansilla, Muscia e Uglierolo (2014) realizaram um estudo com alunos do segundo ano de Farmácia e Bioquímica que estavam cursando química orgânica em uma universidade latinoamericana e observaram que a maioria dos alunos não estão familiarizados com a QV e observaram que, por meio de algumas modificações nas práticas experimentais, é possível a inserção desta filosofia nos cursos de graduação.

---

<sup>2</sup> As subcategorias (Figura 3) estão em destaque no texto/*underline*.

Figura 3 – Subcategorias dos trabalhos categorizados como EQV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar e UNICAMP



O trabalho de Lee, Gurney e Soltzberg (2014) defende o uso dos princípios da QV como base teórica para incorporar a pesquisa no currículo de laboratório de química orgânica, em que os autores descreveram os métodos de conversão de laboratórios tradicionais para laboratórios integrados na pesquisa, e incorporando os princípios da QV em síntese orgânica, em que os princípios foram inseridos em toda a estrutura do programa de pesquisa, desde a escolha do tópico até as técnicas empregadas e a integração, para que a QV seja pensada não como um opcional ou separada da química. Por fim alguns estudantes relataram que aprenderam habilidades que os ajudarão nos futuros cursos de laboratório.

Dentre os trabalhos categorizados como EQV e Formação de profissionais em Química, podemos discorrer sobre o de Saqueto (2015), em que a autora realizou um estudo de caso em uma IES Paulista objetivando analisar o cenário da Educação em QV praticado nesta IES, compreendendo disciplinas experimentais para a inserção da EQV, para analisar as práticas consideradas verdes e que estimulam a reflexão crítica, proporcionando aprendizados de conteúdos atitudinais para atuação dos futuros bacharéis e licenciados em química. Fontana (2013) descreve a elaboração, utilização e avaliação de um curso construído em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA) ofertado para alunos do curso de Licenciatura em Química, objetivando o compartilhamento de materiais e atividades a respeito de questões sobre a experimentação voltada ao ensino com enfoque da QV, e concluiu que um AVA voltado à formação docente pode potencializar o trabalho em sala de aula.

Os trabalhos relacionados com as Métricas para o ensino concebem a utilização de métricas objetivando a experimentação verde, ou seja, a implementação de práticas que estejam fundamentadas nos princípios da QV e recebam suporte da métrica. O trabalho de Duarte, Ribeiro e Machado (2014) avaliou a “microverdura”<sup>3</sup> de sínteses com a métrica holística estrela verde em práticas laboratoriais do primeiro ano em uma universidade, em que a avaliação foi realizada para cada etapa de síntese e os autores alertam para a necessidade de demonstrar para os alunos as complexas e diferentes facetas na produção de produtos químicos. Por fim, as possibilidades de atuação da EV no ensino experimental da QV, em que o contato com os princípios da QV e a sua aplicação na síntese de compostos podem suscitar nos estudantes modos para a elaboração e um agir para uma química sustentável<sup>4</sup>. Em um trabalho anterior de Ribeiro (2010), a autora também demonstra esse esforço de apresentar e fazer com que os alunos de cursos de química sintam o que é a QV, utilizando experiências de sínteses em diferentes movimentos, como por exemplo, em um primeiro momento os alunos possam utilizar roteiros experimentais já estabelecidos, sendo depois levados a modificá-los para o aumento do grau verde do experimento, ou seja, uma métrica para que os alunos possam otimizar o grau verde do experimento e deste modo sentir a QV e desenvolver um olhar químico que se encaminhe ao desenvolvimento sustentável.

A maior parte dos trabalhos levantados estão relacionados com as Propostas experimentais para o ensino de Química e englobam, em sua maioria, experimentos para serem realizados em aulas experimentais no Ensino Superior ou no Ensino Médio. Porém, pesquisas como a realizada por Yusuf, Taylor e Damanhuri (2017) identificaram seis aspectos da hegemonia cultural que impactam negativamente as experiências em Educação Química, de modo que os autores propõem uma transformação da Educação Química. Dentre os apontamentos, há o uso de materiais reciclados para criar atividades experimentais de ensino-aprendizagem de QV. Trabalhos como o de Santos et al. (2009) e de Finazzi et al. (2015), em que são propostos experimentos didáticos de baixo custo utilizando os princípios da QV: em Finazzi et al. (2015) é descrito o desenvolvimento de um experimento de baixo custo para ser abordado o conceito de eletrogravimetria com estudantes de graduação, os princípios da QV

---

<sup>3</sup> A microverdura é a avaliação da verdura à escala mais fina em cada etapa. De acordo Duarte, Ribeiro e Machado (2014): “a métrica EV é suficientemente sensível para evidenciar quais os aspetos positivos e negativos de cada uma das fases, isto é, a sua microverdura, e também a respetiva contribuição para a verdura global da síntese.” (p. 1091).

<sup>4</sup> Como sinalizadas pelos autores Duarte, Ribeiro e Machado (2014) são necessárias mudanças no desenvolvimento e atuação da indústria química, “o que requer que os químicos assumam atitudes inovadoras e desenvolvam novas ferramentas para implementar a Química de modo a que possa contribuir para a Sustentabilidade.” (p. 1085).

seguidos objetivavam a não produção de substâncias tóxicas, e privilegiavam a utilização de materiais que pudessem ser reciclados e de baixo consumo de energia. Em Santos et al. (2009) é apresentado um experimento sobre a reação de oxidação do borneol à cânfora com água sanitária em acetona, ou seja, a utilização de um produto que atua como alvejante de roupas como agente oxidante de álcool é apontada como um exemplo de uma reação de oxidação que atende aos princípios da QV.

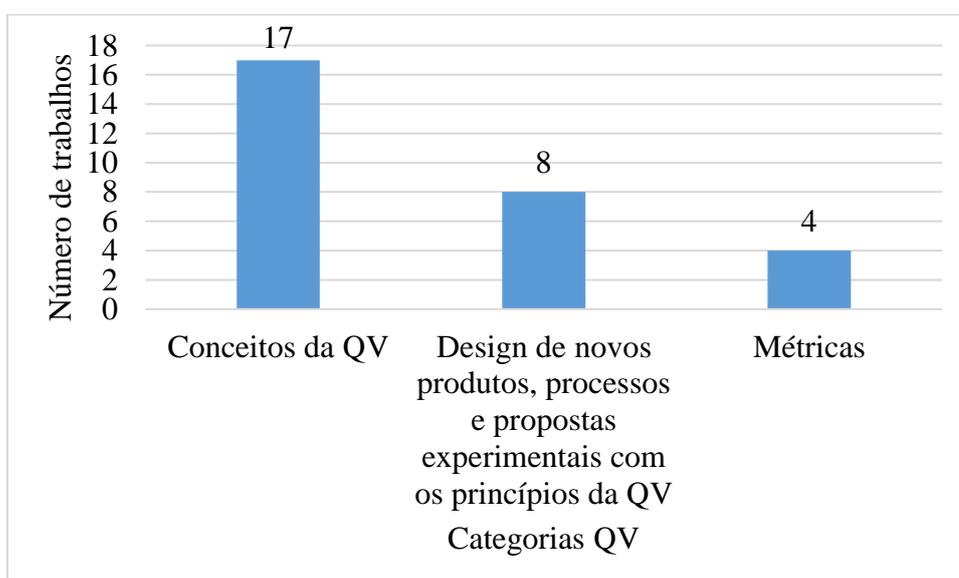
A química orgânica é a área majoritária das propostas experimentais para o ensino de Química. Temos como exemplo o trabalho de Marques, Bisol e Sá (2012), que descreve a introdução das reações multicomponentes de Mannich e Biginelli em cursos de química orgânica nos laboratórios de graduação, utilizando procedimentos adaptados a partir da literatura, com base nos princípios da QV, que são: condições para a realização em um laboratório de ensino e praticidade de síntese. Outras áreas da química estão presentes nos trabalhos levantados, dentre elas, a química analítica. A validação de métodos analíticos está relacionada com o controle de qualidade. Com base nos princípios da QV, uma experiência com HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*, em português: Cromatografia Líquida de Alta Eficiência) pode ser utilizada em cursos experimentais de química e áreas afins, para verificar parâmetros de validação de métodos cromatográficos. (ARAGÃO, VELOSO E ANDRADE, 2009).

Em Relações com a QV estão relacionados trabalhos que a discutem o papel do ensino de Química para a construção de um futuro sustentável, apresentando-se como um tema presente e também futuro para a Educação Química e a possibilidade de abordar questões éticas e criar reflexões críticas de suas implicações educacionais. Amparo e Gil Pérez (2011) alertam para a emergência planetária que surge mediante os impactos produzidos pelo ser humano sobre o ambiente e buscaram centralizar seu trabalho em elucidar qual é o papel da química e da Educação Química para transformação social e contribuir para a sustentabilidade. Portanto, os princípios da QV são essenciais para esse movimento de direção para um mundo sustentável. No período de 2005-2014 a ONU estabeleceu como “A década Internacional da Educação para o Desenvolvimento Sustentável”. Assim, Serrano e Ruvalcaba (2013) levantaram trabalhos que foram publicados na revista *Educación Química*, uma edição especial que tratava de temas emergentes para a Educação Química. Os autores apresentaram trabalhos que abordam as temáticas de QV, sustentabilidade e Educação, de forma resumida. A ética no ensino de QV é investigada por Celestino (2013), para a autora as questões que abrangem a sustentabilidade representam um desafio e devem ser parte do currículo químico,

relacionando os conteúdos da química aos objetivos da Educação, especialmente os conteúdos éticos.

Foram levantados trabalhos em QV e esses foram subcategorizados em Conceitos da QV, Design de Novos Produtos, Processos e Propostas Experimentais com os Princípios da QV e Métricas conforme podemos observar na figura 4.

Figura 4 – Subcategorias dos trabalhos categorizados como QV levantados de 2007 até 2016 nas plataformas: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar e UNICAMP



Na subcategoria Conceitos da QV estão trabalhos como o de Sousa-Aguiar et al. (2014), em que os autores realizam uma análise da evolução de temas da QV desde a sua concepção, por meio de uma busca em uma determinada base de dados utilizando palavras-chave específicas como “*green chemistry*”, “*sustainable chemistry*” e “*clean chemistry*”. Observou-se que a temática sobre a QV vem sendo citada em um número crescente de publicações nos últimos anos. Já em Machado (2012) são apresentados “Os segundos doze princípios da QV”, demonstrando que eles apresentam possibilidades de caminhos sintéticos no desenvolvimento de processos industriais e têm relações com os primeiros doze princípios da QV, em que estas são tentativas para facilitar o uso e demonstrar a natureza sistêmica desta filosofia. Uma visão geral dos artigos publicados entre 1997 e maio de 2010 sobre QV foi realizada por Farias e Fávoro (2011), revelando que, mesmo com o avanço da QV traduzido no número de publicações presentes em diversos periódicos, as autoras concluem a

importância de que a comunidade química esteja consciente dos problemas globais, assinalando para os ambientais, e para a capacidade que a química tem para resolvê-los.

Trabalhos como o de Gouvêa et al. (2014) foram inseridos na subcategoria Design de Novos Produtos, Processos e Propostas Experimentais com os Princípios da QV, pois o estudo teve como objetivo avaliar as principais aplicações de radiação UV e descrever a construção de um reator fotoquímico alternativo e de baixo custo para ser utilizado no pré-tratamento de amostras no laboratório. Rao (2007) discute a utilização de catalisadores ácidos de fase sólida em QV, aplicando algumas amostras de tais catalisadores na síntese de compostos orgânicos que podem ser utilizados para reduzir a poluição e os custos na produção. Leyva et al. (2012) desenvolveram um método alternativo para a preparação de álcoois aromáticos por radiação em micro-ondas realizando, deste modo, em tempo mais curto.

Na subcategoria Métricas estão agrupados os trabalhos que (RIBEIRO; MACHADO, 2012, 2013) desenvolveram: novas métricas semi-qualitativas, nomeadamente a *Green Circle* (GC) e *Green Matrix* (GM), para a avaliação do grau verde de reações químicas em laboratórios de ensino e comparando com a métrica da *Green Star* (GS). Em outro trabalho, realizado por Ribeiro, Yunes e Machado (2014), foram atualizadas as métricas holísticas com base no Sistema de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos Globalmente Harmonizados (GHS).

## 1.2 A EXPERIMENTAÇÃO NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Entender que os conceitos são produtos da elaboração humana e que por meio deles é possível compreendermos fenômenos presentes em nossas vidas nos motiva em seguir em uma direção para encontrar características que compõem o ensino de Química, com destaque para o papel da experimentação na formação docente. No desenvolvimento e constituição do ensino de Química, alguns temas têm sido trabalhados em pesquisas, como por exemplo, as concepções alternativas, a resolução de problemas, o currículo, a avaliação, e as novas tecnologias da informação e comunicação, e dentre tais objetos de interesse desses estudos encontramos a experimentação. As atividades práticas fazem parte de pesquisas que buscam construir conhecimentos e, como objetos de estudos, podem elucidar quais as ideias sobre os modos de ensino e de aprendizagem da Química são por ela sustentados. Tal importância é refletida no fato de que as pesquisas sobre os papéis da experimentação parecem ser mais

significativas para a formação inicial de professores do que para os bacharéis, principalmente após a década de 60. (SCHNETZLER, 2002).

Nos seus primórdios, o crescente interesse em pesquisa sobre ensino de ciências/química foi resultado do movimento de reforma curricular que ocorreu principalmente nos Estados Unidos e Inglaterra no início da década de 60. Em oposição aos cursos tradicionais de química, física e biologia, os novos projetos enfatizavam o uso do laboratório para introduzir e explorar problemas. (SCHNETZLER, 2002, p. 15).

Desse modo, no início das pesquisas sobre o ensino de Ciências/Química, a concepção de ensino objetivava promover um confronto entre as concepções dos alunos e os resultados das atividades experimentais. Atualmente, em um movimento que perpassa por diferentes olhares e compreensões, os estudos relativos às atividades experimentais assinalam entendimentos acerca da sua realização e permanência, do seu conteúdo e a relação entre teoria e prática na química. Alguns discursos sobre a experimentação reproduzem concepções que por vezes são apresentadas de maneira irrefletida, ideias como: entender a Química como uma ciência apenas de caráter experimental, ou depositar nas atividades experimentais a possibilidade de sucesso ou fracasso de uma aula experimental de química; e também a crença na motivação como característica intrínseca da experimentação. (GONÇALVES, 2005; ZUIN, V.; ZUIN, A., 2017).

A experimentação tem encontrado acolhimento em diferentes modalidades de ensino e se faz presente no ensino superior e na educação básica. Nas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” (BRASIL, 2001), no item “Com relação ao ensino de Química”, uma das competências e habilidades do licenciando em Química previstas é “saber trabalhar em laboratório e saber usar a experimentação em química como recurso didático.” (p. 7). Logo, importa refletir quais são estes saberes, o que cada um compõe em sua essência e as compreensões dos licenciandos em Química sobre a experimentação. A compreensão de que as atividades experimentais, de maneira independente, auxiliam na construção de conhecimentos novos corrobora para a formação técnica do licenciando em Química, podendo conduzir à ideia de se formar um cientista e que, por meio da experimentação, novas teorias poderiam ser elaboradas de imediato. Nesse sentido, se realça a dicotomia muitas vezes verificada entre teoria e prática, ou que apenas por meio da experimentação os cientistas produzem conhecimentos, o que leva à necessidade de fomentar nos licenciandos uma discussão crítica durante as aulas experimentais a que são submetidos na graduação. Ao se referir aos experimentos cujo

objetivo é comprovar uma teoria, Gonçalves (2009) nomeia de “experimentalismo” esse entendimento acerca da experimentação, que envolve um fazer desprovido de crítica, promovendo a reflexão e a aprendizagem como uma consequência direta desse fazer acrítico. Assim,

(...) pode-se criticar o “experimentalismo” ainda nos casos em que está alicerçado na crença de que a produção do conhecimento ocorre exclusivamente pela aplicação do método experimental (observação desprovida de preconceitos, formulação de hipóteses, experimentação e conclusões definitivas) fundamentado na caricatura da filosofia baconiana. (GONÇALVES, 2009, p. 12-13).

As contribuições positivistas entendem a experimentação como um fim em si mesma, como é apresentada por Giordan (1999). Segundo este autor, foi a partir do século XVII que a experimentação ocupou um papel na estabilização das ciências naturais, em que as leis deveriam ser provadas pelas situações empíricas, ocupando um lugar privilegiado na produção de uma metodologia científica. Tal método que é fundamentado em uma ciência indutivista ainda está presente em experimentos em que não há a possibilidade para a contradição, para a crítica ou reflexão, sendo que o resultado final deve concordar com o enunciado da teoria, o que coaduna com o método da chamada ciência indutivista. Ainda com o objetivo de formular um método científico, René Descartes considerava que a experimentação deveria ocupar o lugar de dar força ao processo dedutivo na medida em que, no percurso entre o enunciado geral e o evento particular, fosse ocupado pela experimentação. E, com Galileu, é atribuído à experimentação o poder de legitimar o fazer ciência. Desse modo, esses três pensadores combateram o pensamento aristotélico que tinha como base a observação natural e contribuíram para a estruturação do denominado método científico.

Assim, esse modo de compreender a experimentação leva a um entendimento de que na química e no ensino de Química exista apenas um método que seria universal, neutro e responderia a todos os problemas; este modo de produção do conhecimento seria por meio da experimentação. Importa observar que essa compreensão sobre a experimentação vem influenciando práticas pedagógicas no ensino de ciências até os dias atuais. A experimentação exerce também a função de legitimadora, quando os dados obtidos dos experimentos constituem o entendimento final acerca do fenômeno em estudo. (GIORDAN, 1999).

No início do século XX no Brasil, e reflexo do Movimento Escola Nova, foi proposto que o ensino tradicional fosse substituído por uma metodologia ativa em que a atividade experimental, entendida como uma metodologia, valorizava o fazer por parte do aluno. Novas

tentativas de mudanças no ensino de ciências no Brasil surgem a partir de 1946, com a criação de órgãos como o Instituto Brasileiro de Educação, Ciências e Cultura (Ibccc), que produzia e adaptava os materiais americanos e elaborava novos; da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências (Funbec), que era responsável por comercializar os materiais produzidos pela Ibccc; e do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino de Ciências (Premen), que objetivava a produção de novos materiais e o preparo dos professores das escolas. (SILVA et al., 2010).

Tais movimentos marcam a história da experimentação no ensino de ciências e nos fornecem modos de compreender o caminho pelo qual a experimentação foi e vem sendo construída no Brasil: alguns projetos da década de 50 tinham como pressupostos apenas os conteúdos conceituais, atribuindo ao professor o papel de mediar e estimular os alunos para a construção de novos conceitos. Também houve a criação de centros estaduais de ciências como o Cecisp em São Paulo, o Cecirs no Rio Grande do Sul ou o Cecimg em Minas Gerais, que marcam o desenvolvimento de novos projetos, materiais de laboratórios e cursos para os professores. (SILVA et al., 2010). Estes movimentos, assim como outros da década de 80, como o PADCT (Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico), assinalam para a construção de uma identidade da experimentação no cenário brasileiro e de atender às suas próprias necessidades, entre elas a carência de professores e a formação de recursos humanos para o ensino de Ciência/Química.

Schnetzler (2002) aponta para o fato de que nos últimos anos os interesses da investigação na didática das ciências passaram por diferentes temas, como por exemplo, as concepções alternativas, resolução de problemas, avaliação e dentre estes temas de interesses de pesquisas, o ensino experimental tem sido tema dessas investigações. Assim, na década de 80 a atividade experimental era entendida como sendo uma das responsáveis por transformar as concepções prévias dos alunos em ideias cientificamente aceitas, o que foi chamado de mudança conceitual, em que, para que ocorresse o processo de ensino-aprendizagem, o aluno deveria se sentir insatisfeito com sua concepção para mudá-la. Desse modo, “ao ensino cabia promover tal conflito principalmente pelo confronto entre as concepções dos alunos e os resultados de atividades experimentais.” (Schnetzler, 2002, p. 16). Essa ênfase no processo individual do aluno na construção do conhecimento se fundamenta em propostas construtivistas, em que os conceitos seriam construídos a partir da observação do aluno e de experimentos com a mediação do professor. Assim, na década de 80 inúmeras pesquisas carregavam tais entendimentos acerca do ensino de ciências, do processo de ensino-aprendizagem e suas relações com as atividades experimentais. Desde o início da década de

90 a dimensão sociointeracionista vem sendo incorporada em pesquisas na área de educação. Estas pesquisas consideram que a construção do conhecimento é compartilhada entre o aluno e o professor em um processo de enculturação científica e não há uma hierarquização entre conceitos científicos e os cotidianos.

Trabalhos como o de Galiazzi e Gonçalves (2004); Gonçalves e Marques (2011); Gonçalves e Marques (2012); Lôbo (2012); Lisbôa (2015); Zuin (2017) apresentam contribuições como: elucidar características para ser incorporadas no desenvolvimento de atividades experimentais, analisar os discursos sobre a experimentação publicados em artigos, discutir acerca das concepções de professores e alunos sobre a experimentação e identificar o laboratório como espaço formativo. Ao observarmos estes e outros trabalhos no levantamento realizado e também em publicações de revistas da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) – Química Nova e Química Nova na Escola – em termos gerais, podemos notar que são apresentadas discussões que estão relacionadas com a formação de licenciados e bacharéis em Química e a experimentação.

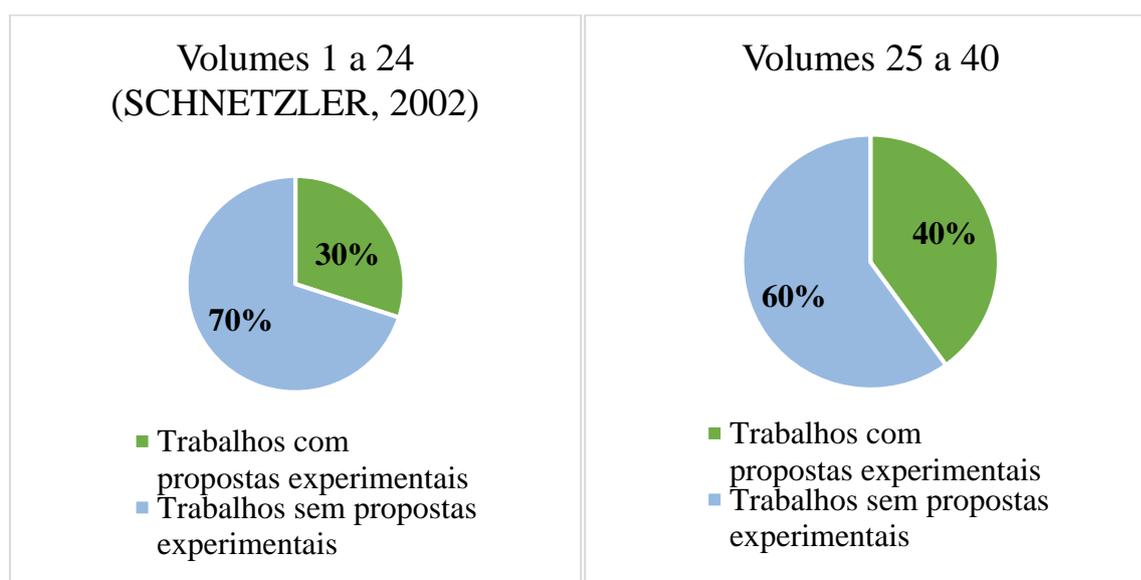
Schnetzer (2002) também assinala para alguns marcos no desenvolvimento da pesquisa em ensino de Química no Brasil, em que são apresentadas informações que ajudam a compreender sobre o processo histórico da experimentação e da formação de professores de Química. Um destes marcos foi a seção de Educação, nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) e na revista Química Nova. Na primeira reunião anual da SBQ em 1978 ocorreram 5 comunicações na área de ensino, passando para 108 no ano de 2001. Até o ano de 2001 ocorreram 956 comunicações de pesquisas, tendo na década de 90 um período marcante para o aumento de trabalhos na área de ensino de Química. Nesse mesmo período a revista Química Nova publica um maior número de artigos (89) em relação aos anos 80 (65), totalizando até 2001 o número de 173 artigos publicados na seção de Educação da revista. A análise das 956 comunicações revelou que 51% dos trabalhos são descrições de inovações tecnológicas que incluem propostas de ensino ou de atividades práticas de laboratório e relatos de pesquisas. Entre os volumes 1 a 24 da revista Química Nova há um predomínio de propostas de atividades experimentais, porém:

(...) a discussão de resultados limita-se aos dados experimentais da prática proposta, sem discutir outros relativos ao processo de ensino-aprendizagem de tais atividades. Quando referências a tal processo são feitas, usualmente restringem-se a conclusões genéricas sobre melhorias na aprendizagem dos alunos sem, no entanto, incluir e discutir dados que as suportem. (SCHNETZLER, 2002, p. 18).

Assim, o aumento das pesquisas apresentadas em forma de comunicações na área de ensino nas reuniões anuais da SBQ e as publicações da revista Química Nova relacionam com o aumento e o predomínio de propostas de atividades experimentais, o que representou 52 trabalhos nesta área de conhecimento, nos volumes 1 a 24. Em 1994, durante o VII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) foi proposta a criação da Revista Química Nova na Escola (QNEsc), com o objetivo de ser uma revista dirigida aos professores do ensino médio e fundamental, cursos de licenciatura e programas de formação continuada de professores. (SCHNETZLER, 2002).

Realizamos uma busca para atualizar o número de trabalhos publicados na Química Nova, nos volumes 25 a 40 (a última busca foi realizada na edição de número 7 publicada em 2017) totalizando 144 números publicados (incluindo edições suplementos), e observamos que foram publicados 374 trabalhos em Educação e, destes, 150 são propostas experimentais. Ou seja, o aumento das publicações em Educação na Química Nova ainda é mantido (Figura 5): 173 publicados (volumes 1 a 24) e 374 (volumes 25 a 40); destes os trabalhos com propostas experimentais também aumentaram, eles representam 52 publicações (volumes 1 a 24) e 150 publicações (volume 25 a 40).

Figura 5 – Número de trabalhos publicados na revista Química Nova entre 1978 e agosto/2017



Logo, observamos que houve um aumento de pesquisas em ensino de Química que reverberaram no aumento de pesquisas sobre atividades experimentais.

A criação da QNEsc é um grande marco para a experimentação no ensino de Química. Quando foi lançado o primeiro volume da QNEsc em 1995, a Química Nova estava no volume 18 e se relaciona fortemente com a formação inicial e continuada de professores, pois estes compõem os objetivos da revista QNEsc, de modo mais acentuado, na seção Experimentação no Ensino de Química. No cenário brasileiro, a QNEsc tem contribuído para a formação de professores ao divulgar artigos de variados temas e dentre eles a experimentação. Ao analisarmos as edições da QNEsc publicadas entre maio de 1995 e agosto de 2017 foram publicados 99 trabalhos na seção Experimentação no Ensino de Química (Apêndice B).

Gonçalves (2005) analisa os discursos sobre ensino, aprendizagem e a natureza epistemológica da experimentação nos textos da seção Experimentação no Ensino de Química da QNEsc. O referido autor sinaliza para algumas reflexões que podem favorecer a superação do entendimento das atividades experimentais como um simples artifício para demonstrar teorias. Dentre tais apontamentos é defendida por Gonçalves (2005) a utilização da problematização das atividades experimentais enquanto artifício capaz de motivar os alunos, da necessária relação dialógica entre atividade experimental e teoria, da complexidade do ato de observar, da compreensão da Química como uma ciência puramente experimental, a problematização da existência de um único método científico quando é valorizado apenas o resultado final, e o autor defende que seja criada uma relação harmônica entre teoria e prática/experimentação e também a necessidade de transcender o entendimento de que toda a atividade prática é um experimento. Sobre os conteúdos abordados em atividades experimentais é sinalizada a possibilidade de transcender a dimensão cultural e de que sejam também favorecidas as aprendizagens fatuais, procedimentais e atitudinais.

Assim, a experimentação foi e vem sendo tema de pesquisa no campo científico da Química e se insere no processo de formação do docente em química.

A Licenciatura em Química apresenta uma especificidade que é conduzida por diretrizes nacionais, por matrizes curriculares e projetos pedagógicos, que objetivam a construção de uma identidade própria do curso e da formação do futuro docente em Química, e primam para que sua formação seja diferente da formação do bacharelado, ou de outros profissionais do campo.

As “Diretrizes e Bases da Educação Nacional” (BRASIL, 1996) apresentam mudanças que envolvem os diferentes níveis de educação básica e superior e os profissionais da educação. As “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena” (BRASIL, 2002a,

2002b) dispõe sobre as orientações curriculares de cada instituição, suas atividades inerentes à formação docente e a carga horária dos cursos de licenciaturas, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. Podemos observar nestes movimentos a materialização de uma formação docente que seja condizente com os desafios contemporâneos e que possa abordar questões culturais, históricas, filosóficas e sociais, inclusive em cursos com características predominantemente de ciências exatas que carregam pressupostos epistemológicos instrumentais, como é o caso da Química. (ZUIN, 2011). Outros documentos diretivos são as “Resolução CNE/CES 8” (BRASIL, 2002c) em que as diretrizes integrantes do parecer 1.303/2001 orientam a formulação do projeto pedagógicos dos cursos, em que devem ser explicitados o perfil dos formandos, as competências e habilidades, estágios, avaliação, a estrutura curricular e os conteúdos para a Educação Básica, no caso da licenciatura.

Importa observar que nas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” (BRASIL, 2001) são levantadas as mudanças ocorridas principalmente com os novos conhecimentos científicos e tecnológicos; tais mudanças vêm ocorrendo principalmente relacionadas com a velocidade com que estes novos conhecimentos vêm sendo construídos e assinala a universidade como produtora e formadora de intelectuais, docentes, técnicos e tecnólogos. Porém, os atuais currículos enfatizam os conteúdos informativos em detrimento dos formativos, originando profissionais que não são capazes de agir de modo refletido sobre suas ações na sociedade. Deste modo,

(...) advoga-se a necessidade de criar um novo modelo de curso superior, que privilegie o papel e a importância do estudante no processo da aprendizagem, em que o papel do professor, de "ensinar coisas e soluções", passe a ser "ensinar **o estudante a aprender** coisas e soluções". Mas como materializar este "ensinar a aprender"? (BRASIL, 2001, p. 2).

Esta mudança apontada pelas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena”, de “ensinar o estudante a aprender coisas e soluções” pode ocorrer quando há uma aproximação da experimentação com a filosofia da QV, tendo como pressupostos a sustentabilidade e a ética. A literatura mostra que para a realização da experimentação na formação inicial de professores de Química, (GALIAZZI, GONÇALVES, 2004, GONÇALVES, 2005, 2009; GONÇALVES, MARQUES, 2006; ZUIN et al., 2011a) é necessário discutir o papel da experimentação e os pressupostos epistemológicos por ela sustentados nos cursos de Licenciaturas em Química e há possibilidades de romper com uma visão positivista quando sua realização engloba o contexto

científico, tecnológico, social e ambiental. Desse modo, destacamos que uma abordagem que promova as relações CTSA possibilitará que a formação do licenciando seja uma experiência em que o ensino contribua para o seu desenvolvimento cognitivo, social e emocional e que a sua participação e atuação enquanto um cidadão seja fundamental para elaborar compreensões mais profundas e que sejam contempladas pelas relações CTSA. (CACHAPUZ et al., 2005). Maceno e Guimarães (2013) apontam, a partir da perspectiva dos interlocutores de livros que compuseram o *corpus* da pesquisa realizada por eles que, para que haja a inovação na Educação Química é indispensável a abordagem interdisciplinar e contextualizada, e ressaltam:

(...) a relevância da problematização nos estudos que partem de situações vivenciais, da experimentação, das diferentes culturas, da avaliação, da reorganização curricular, da democratização do conhecimento escolar para a participação social e da relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. (p. 53).

Um modo de materializar o “ensinar o estudante a aprender” envolve uma mudança na formação dos estudantes, nas estruturas das matrizes curriculares e na postura daqueles que trabalham com a formação de professores. Pinto et al. (2009), apontam para discussões que vêm sendo desenvolvidas sobre a formação do químico nos níveis de graduação e de pós-graduação, que é uma preocupação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Os autores levantaram algumas questões que permeiam a formação de recursos humanos em Química, de forma interdisciplinar, para os enfrentamentos de problemas relacionados com a sustentabilidade da vida e de um conhecimento que pressupõe um diálogo com outros campos do conhecimento:

Esse entendimento está relacionado a dois relevantes fatos que devem ser considerados quando se pensa na formação de recursos humanos no século XXI: i) o desaparecimento, no final do século passado, das fronteiras disciplinares no âmbito das ciências naturais e o surgimento de domínios híbridos, mutáveis, convergentes e de elevada complexidade e ii) o reconhecimento, no início deste século, da convergência tecnológica que pretende a unificação da ciência e da tecnologia baseada na combinação da nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciência cognitiva. (PINTO et al., 2009, p. 568).

Assim, essa nova concepção de formação de recursos humanos no campo da Química para o enfrentamento dos desafios contemporâneos necessita de uma formação em que haja o diálogo entre os diversos campos do conhecimento, o que corrobora para que na formação do

licenciando em Química ocorra esta integração entre Ciência/Química e Educação. Para isso, será necessária a criação de novos currículos que tragam princípios de uma atuação responsável e que englobem aspectos sociais, ambientais e econômicos. A inserção dos princípios da QV é necessária para promover ações para a criação de um clima cultural que seja propício à assimilação dessa nova filosofia em processos que necessitam de abordagens, e tempo apropriado para que os seus pressupostos e seus princípios sejam transversais aos novos currículos e estruturas. (ZUIN, 2011b).

### 1.3 O PERFIL DO LICENCIANDO EM QUÍMICA DA UFSCar<sup>5</sup>

Entendemos que a construção da identidade do professor de Química não é algo pronto e sim uma trajetória de múltiplas relações, dentre estas relações estão presentes as dos sujeitos com as representações que se objetivam na forma de documentos.

No processo de construção da identidade docente estão inseridos os documentos oficiais em esferas nacionais e os da própria instituição formadora, e eles trazem compreensões acerca da carreira docente. Ou seja, estas compreensões estão objetivadas nas matrizes curriculares, no “Perfil do profissional a ser formado”, no “Plano de Desenvolvimento Institucional” e em outros documentos que em termos gerais norteiam os caminhos a serem seguidos na formação do licenciando em Química.

#### 1.3.1 O PERFIL DO PROFISSIONAL E O PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL DA UFSCAR

Em 1998 algumas atividades para a renovação dos cursos de graduação da UFSCar ocorreram na maioria dos cursos, como resultado de um processo de autoavaliação e de avaliação externa dentro do “Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras” (PAIUB). Objetivando que fossem incorporadas atividades dentro e fora da sala de aula que permitissem aos futuros profissionais elaborar conhecimentos para uma atuação no cenário atual, nesse sentido, foram realizadas duas mesas redondas e diversas palestras para que posteriormente se estabelecesse um perfil geral dos profissionais a serem formados

---

<sup>5</sup>Os aspectos históricos mencionados e descritos a seguir foram extraídos do “O Perfil do profissional a ser formado na UFSCar” (2008), “Plano de Desenvolvimento Institucional - São Carlos: UFSCar” (2004), “Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Química – São Carlos” (2014), “Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Química – São Carlos” (2016).

pela UFSCar. Por meio da realização de oficinas que buscavam compreender questões como as mudanças ocorridas na sociedade e os impactos/necessidades/competências no perfil dos profissionais que atendessem a tais transformações sociais, econômicas e políticas, pretendeu-se definir diretrizes orientadoras do trabalho docente responsável pelo processo formativo nesses moldes. Em março de 2001, o documento “Perfil do Profissional a ser formado na UFSCar” foi aprovado pelo Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão.

A ideia de reeditar a primeira edição do documento surge a partir de uma iniciativa no II Seminário de Inovação Pedagógica, realizado em fevereiro de 2008. As mudanças para a reedição foram definidas nos principais tópicos: tecnológicos, sócio-político-econômicos, biológico-ambiental e humanos, utilizando a técnica de visualização móvel. De modo coletivo, os aspectos relativos aos processos educativos foram enumerados, resultando no “Perfil do profissional a ser formado na UFSCar”, em que cada aspecto foi acompanhado de um texto que sintetizasse as principais discussões que os originou. Desse modo, foi realizada a primeira edição do “Perfil do profissional a ser formado na UFSCar”.

Estão presentes na segunda edição do “Perfil do profissional a ser formado na UFSCar” alguns aspectos definidores como as competências que já tinham sido apresentadas na primeira edição, sendo elas:

- Empreender: entendendo que as mudanças sócio-político-econômicas internacionalizaram-se e que as questões sociais e as do trabalho devam ser consideradas pelos egressos dos cursos de graduação para que estejam preparados para trabalhar o conhecimento com autonomia no empreendimento de diversificadas formas de atuação profissional, são propostas as habilidades para a competência de aprender de forma contínua; a de interagir com fontes diretas e indiretas para observação e saber selecionar e examinar criticamente essas fontes, bem como de compreender o movimento entre o conhecimento das ações e as ações do conhecimento.

- Produzir: o destaque nesse aspecto foi dado à influência do progresso científico-tecnológico e do papel do conhecimento para a produção de bens e serviços com o foco no aprender a fazer e a construir modos e instrumentos que leve os conhecimentos à prática. Habilidades em identificar problemas, avaliar impactos, planejar, relatar/apresentar e implementar novos projetos articulam-se entre si para a competência de produção e divulgação de novos conhecimentos, tecnologias, produtos e serviços.

- Empreender<sup>6</sup>: o fenômeno da globalização foi enfatizado nas discussões que se referem às mudanças sócio-político-econômicas e a possibilidade de incluir na Educação a democratização da sociedade. As habilidades apontadas estão em se comprometer com os resultados da atuação profissional, identificar problemas possíveis de abordagem na área de atuação, propor soluções, identificar novas necessidades profissionais e construir possibilidades de atuação profissional que direcionem para a competência de empreender formas diversas de atuação profissional.

- Atuar: partindo do pressuposto de que a realidade é dinâmica, concreta e multi/inter/transdisciplinar, o engessamento curricular não condiz com essa realidade, logo, é necessário um cenário que propicie a construção de relações entre as disciplinas. A competência de atuar multi/inter/transdisciplinarmente engloba habilidades como dominar conhecimentos e habilidades da área específica e de outras áreas, saber trabalhar em equipes multidisciplinares, extrapolar conhecimentos e habilidades para diferentes situações do campo de atuação profissional e relacionar conhecimentos de diferentes áreas.

- Comprometer: têm-se alguns pontos destacados como, por exemplo, o respeito pela vida, a consciência sobre a biodiversidade, a inserção do ser humano no ambiente, compreender a relação ser humano-ambiente-sociedade e refletir sobre os impactos, ser ético e conhecer a legislação ambiental. Também é levantada a necessidade de articulação entre conhecimentos de diferentes áreas para compreensão da complexidade da natureza e das relações conflituosas que podem ser instauradas. A competência em se comprometer com a preservação da biodiversidade, no ambiente natural e construído, com sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida, envolve ações em propor e implantar soluções para os problemas que cercam o ambiente, compreender as relações entre ser humano, ambiente, tecnologia e sociedade e identificar problemas a partir dessas relações.

- Gerenciar: compreendendo que os problemas atuais são complexos e que o trabalho em equipes multidisciplinares amplia as possibilidades de resoluções de problemas, a atuação do egresso é pautada no gerenciamento de projetos em organizações públicas ou privadas, e a necessidade de os sujeitos se incluírem nesse processo. Gerenciar processos de organização pública e/ou privada e incluir-se nelas solicita habilidades em dominar a habilidade de comunicação, negociação e cooperação, em conhecer os processos envolvidos nas relações interpessoais e de grupo e em coordenar ações.

---

<sup>6</sup> Ao analisarmos o “Perfil do profissional a ser formado na UFSCar” observamos que existem dois itens denominados “Empreender”.

- Pautar: a convivência e atuação em grupo são atitudes que marcam as relações sociais e aprender a reconhecer as diversidades étnicas, econômicas, políticas, sociais e religiosas e culturais e trabalhar em projetos comuns são fundamentais para eliminação dos conflitos em nossa sociedade. Logo, a competência que objetiva pautar-se na ética e na solidariedade enquanto ser humano, cidadão e profissional é sustentada em conhecer e respeitar a si mesmo e aos outros, conhecer e respeitar os direitos individuais e coletivos, conhecer e respeitar a preservação da vida e contribuir para isso, respeitar as diferenças culturais, políticas e religiosas e cumprir deveres.

- Buscar: outras marcas sociais da sociedade atual se referem à desvalorização da cultura, à influência da mídia, preconceitos e à individualização. Algumas aprendizagens são necessárias para os enfrentamentos desses aspectos: senso crítico, julgar as informações, ética, sensibilidade, solidariedade, percepção do senso comum, conhecimento de diferentes ideologias, conhecimento para preservação de diferentes culturas. A competência em buscar maturidade, sensibilidade e equilíbrio ao agir profissionalmente relaciona-se com a identificação da reciprocidade de influência entre vida pessoal e profissional, identificação de situações geradoras de estresse, a promoção e o aprofundamento do conhecimento de si e dos outros e, ao realizar decisões, considerar as potencialidades e os limites da atuação profissional.

As discussões para a construção de um “Plano de Desenvolvimento Institucional” (PDI) que objetivasse o gerenciamento da universidade de forma planejada, participativa e sustentável e orientasse decisões para além de apenas um período de uma única gestão, foram iniciadas com o término do “Plano Diretor” elaborado em 1985. A construção coletiva de um PDI representa um movimento em que a universidade mobilizou ações perante o contexto em que se encontrava inserida e ao cenário que a constituiu/constitui. Em março de 2002 foi proposta pela administração ao Conselho Universitário (ConsUni) a construção do PDI estruturado em quatro aspectos: acadêmicos, organizacionais, físicos e ambientais. Para cada aspecto foi constituído um grupo de trabalho, os quais produziram documentos, propostas procedimentais utilizando consultas, entrevistas, questionários, fóruns de discussões e seminários de planejamentos e a sistematização dessas propostas foram transformadas em diretrizes e aprovadas pelo ConsUni, compondo o documento final do PDI. A integração entre os grupos ocorreu de modo contínuo e permanente por meio dos coordenadores de cada grupo e em um trabalho conjunto com a assessoria técnica, em que a divulgação das atividades e dos resultados puderam ser observados em um *site* do projeto, e por meio de faixas e de cartazes na universidade.

Os aspectos acadêmicos foram discutidos tendo como base um documento intitulado “Subsídios para discussão”, elaborado pelo grupo de trabalho responsável, no qual foram também incorporadas as opiniões da comunidade e discutidas na “Conferência de Busca do Futuro”, realizada em dezembro de 2002. De todo o material foram extraídas propostas que foram sistematizadas para compor a minuta do PDI. Os aspectos ambientais foram construídos também a partir de uma proposta base e de discussões com a comunidade, de modo que ocorreram duas conferências, a “Conferência do Meio Ambiente I”, em que foi analisada a política ambiental da universidade, ocasião em que as discussões e recomendações serviram para a realização da “Conferência do Meio Ambiente II”, que debateu, entre outros assuntos, o desenvolvimento físico da universidade e a relação com o meio ambiente. Da sistematização e síntese de todo o material, foram extraídos os princípios e diretrizes gerais dos aspectos ambientais no PDI.

As discussões dos aspectos físicos, da mesma forma que dos outros aspectos, iniciaram-se com o texto base elaborado em reuniões com cada um dos quatro centros acadêmicos. As discussões sobre o planejamento urbano foram promovidas no seminário “Arquitetura e planejamento físico de *campi* universitário”. Após a sistematização, foram extraídos os princípios e diretrizes do PDI. Um documento complementar denominado “Diretrizes para o desenvolvimento físico dos *campi* da UFSCar” foi elaborado com orientações específicas de construção e de ocupação do espaço físico.

O grupo responsável pelos aspectos organizacionais, diferentemente dos outros grupos, propuseram levantar alternativas que pudessem ser implementadas em curto prazo e, para isso, realizaram entrevistas com sujeitos de diferentes setores da universidade para levantarem os problemas relacionados com a estrutura. Foi realizado um seminário no qual os entrevistados convidados e os ocupantes de funções cargo discutiram os problemas levantados previamente, suas possíveis causas e as suas interrelações, reunindo-os em quatro temas: estrutura acadêmica, eficiência administrativa, gestão do campus Araras e órgãos colegiados superiores. Após as discussões, foram extraídas as alternativas concretas para alterações na estrutura da universidade e a elaboração dos princípios, diretrizes gerais e específicas dos aspectos organizacionais do PDI. Também foram produzidas, após a apreciação pela comunidade e pelo ConsUni, as “Diretrizes para aperfeiçoamento da estrutura organizacional”.

Os princípios que representam os valores e os compromissos da UFSCar se encontram em “Dez princípios”, sendo eles:

- Excelência acadêmica;

- Universidade promotora de valores democráticos e da cidadania;
- Universidade compromissada com a sociedade;
- Gestão democrática, participativa e transparente;
- Gratuidade do ensino público de graduação e pós-graduação *stricto sensu*;
- Universidade ambientalmente responsável e sustentável;
- Indissociabilidade de ensino, pesquisa e extensão;
- Valorização da dedicação integral ao ensino, pesquisa e extensão;
- Livre acesso ao conhecimento;
- Integração da universidade no sistema nacional de ensino.

O PDI é composto por “Diretrizes Gerais”, “Diretrizes Específicas”, “Diretrizes para o desenvolvimento físico” e “Diretrizes para o aperfeiçoamento da estrutura organizacional”, “Apêndice I – Atividades, lista dos principais produtos e localização para consulta”, “Apêndice II – Bibliografia”. Os princípios são compreendidos no documento como base e parâmetro para as diretrizes gerais e são os pontos de encontro entre os quatro parâmetros que nortearam as discussões que resultaram no PDI - acadêmicos, organizacionais, físicos e ambientais. As “Diretrizes Gerais” e “Diretrizes específicas” planejam as ações e realizam os princípios. São apresentadas 26 diretrizes gerais. As “Diretrizes Específicas” foram organizadas em seis temas estruturantes: “Processos de formação”; “Ampliação, acesso e permanência na Universidade”; “Produção e disseminação do conhecimento”; “Capacitação dos servidores da UFSCar”; “Ambiente adequado” e “Organização e gestão”.

### 1.3.2 O CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA DO CAMPUS SÃO CARLOS

Alguns dispositivos legais estão relacionados com o funcionamento da UFSCar de São Carlos, no que tangem desde a implementação do campus de São Carlos até a criação do curso de Licenciatura em Química. A Lei nº 9.835 de 13 de dezembro de 1960 federaliza a Universidade da Paraíba e cria a Universidade Federal de São Paulo com sede em São Carlos. A lei nº 4759 de 20 de agosto de 1965 dispõe sobre a denominação das Universidades Federais com sede em municípios no interior dos Estados, e com o decreto de nº 62.758 de 22 de maio de 1968, é instituída a Fundação Universidade Federal de São Carlos.

O curso de Licenciatura em Química foi criado em 05 de setembro de 1970 e em 05 de dezembro de 1970 foi aprovado para o primeiro vestibular, com duração de 08 períodos e com disponibilidade de 50 vagas. As atividades do curso se iniciaram em 1971, e teve reconhecimento em 05 de março de 1974 mediante o decreto nº 73.736/74, que concede o

reconhecimento nos cursos de Física, Química e Pedagogia da UFSCar, com sede na cidade de São Carlos.

A habilitação Bacharelado em Química teve seu funcionamento autorizado pelo Conselho de Curadores da UFSCar em 30 de abril de 1976, com implementação em julho de 1976. Com a implementação do Bacharelado em Química, o currículo da Licenciatura foi sendo adaptado ao currículo do Bacharelado, de tal forma que a Licenciatura foi transformada em um apêndice do bacharelado. Em termos gerais, ambos apresentavam um núcleo básico e um núcleo específico para cada modalidade, também havia a modalidade Bacharelado em Química de Atribuições Tecnológicas, sendo ambos, o núcleo básico e a de complementação pedagógica, ministrados no período noturno.

A resolução ConsUni nº 355/99 de 09 de setembro de 1999 dispõe sobre a criação do curso noturno de Licenciatura em Química para atender uma possível demanda de alunos que desenvolviam outras atividades durante o dia, como é o caso de alunos que trabalham. Além disso, “o curso de Licenciatura em Química Noturno, foi criado sob a filosofia de preparar professores com sólida formação conceitual e pedagógica para o Ensino Fundamental e Médio, contribuindo para diminuir a carência ainda existente na área de ensino da Química” (UFSCAR, 2016, p. 21). No ano de 2003, o curso de Licenciatura em Química noturno foi extinto, pois de acordo com CNE/CP 009/2001, as universidades deveriam constituir suas licenciaturas como cursos com identidades próprias. E mediante a portaria SERES/MEC nº 286 de 21 de dezembro de 2012, é renovado o reconhecimento do curso de Licenciatura em Química. (UFSCAR, 2016).

O Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia (CCET) é o responsável pelo curso de Licenciatura em Química do Departamento de Química (DQ) no período noturno, sendo de 5 anos a 9 anos os prazos mínimo e máximo para a integralização dos créditos, que totalizam 202 créditos, com uma carga horária total de 3.230h referentes a 202 créditos, e mais 200 horas em atividades complementares profissional, cujo objetivo é que o egresso desse curso receba uma formação ampla e ao mesmo tempo sólida em relação aos conteúdos da química. A formação crítica, humanista deste profissional é elucidada em diversos momentos do PPC e visa uma compreensão analítica, orientada por uma postura ética perante ações que englobem aspectos sociais, ambientais e tecnológicos. (UFSCAR, 2016).

O currículo do curso está estruturado conforme o Parecer CNE/CES nº 1.303/2001 de 06 de novembro de 2001, que trata das “Diretrizes Nacionais Curriculares para o curso de Bacharelado e Licenciatura em Química” e também nas “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura,

de graduação plena” presente na Resolução CNE/CP nº 1 de 18 de fevereiro de 2002, bem como a Resolução CNE/CP nº 2 de 19 de fevereiro de 2002, que diz sobre a duração e a carga horária dos cursos. Estes deverão cumprir 400 horas de práticas como componentes curriculares, 400 horas de estágio curricular supervisionado, 1.800 horas de aulas para os conteúdos curriculares de natureza científico-cultural e 200 horas para outras atividades acadêmico-científico-culturais. Os conteúdos básicos, específicos, estágios e conteúdos complementares respondem ao Parecer CNE/CES nº 1.303/01 de 06 de novembro de 2001.

Sendo assim, a Licenciatura em Química do Departamento de Química (DQ) no campus São Carlos tem nos seus componentes curriculares de conteúdos de natureza científico-cultural o total de 122 créditos, que correspondem a 1.830 horas. As práticas, como componentes curriculares, constituem 10 disciplinas, 38 créditos, totalizando 570 horas. As atividades curriculares/disciplinas de conteúdos complementares correspondem a 10 créditos, que somam 150 horas.

Documentos como o “Plano de Desenvolvimento Institucional” (PDI) e do “Perfil Profissional a ser formado na UFSCar” expressam princípios e diretrizes gerais e específicas da UFSCar, como o comprometimento com a sustentabilidade, ética, solidariedade e respeito pelas diferenças, além de contemplar o que é estabelecido na Resolução nº 2 de 15 de junho de 2012, que institui as “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental” e o que é instituído nas resoluções CNE/CP nº 01/2012 de 30 de maio de 2012, que são as “Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos” e a CNE/CP nº 01 de 17 de junho de 2004 que institui as “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana”.

Desse modo, as temáticas “História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena” e “Direitos Humanos e Educação Ambiental” estão presentes no âmbito do curso de Licenciatura em Química. A questão ambiental é apresentada em disciplinas como “Introdução à Química Ambiental” e “Introdução à Química Verde”, ambas com 60 horas de duração, além da possibilidade que é oferecida pela temática de perpassar por diferentes disciplinas abrangendo a interdisciplinaridade. Nessa perspectiva dos direitos humanos e relações étnico-raciais há a disciplina “Didáticas e Educação das Relações étnico-raciais” de 60 horas, e também disciplinas eletivas como “Escola e Diversidade: relações étnico-raciais”, “Sociologia das Diferenças” e “Sociologia das Relações Raciais” são possibilidades de disciplinas que podem ser cursadas pelos licenciandos.

A escolha de realizar este estudo em um curso de Licenciatura em Química foi realizada pelo fato de a UFSCar ser uma instituição federal referência no cenário nacional e

internacional. E, também, tem o potencial de introduzir os princípios da QV, principalmente por meio da experimentação, por trazer em sua matriz curricular disciplinas experimentais e apresentar disciplinas que possibilitam reflexões acerca da Ciência, do ensino e da Educação em Química.

O curso de Licenciatura em Química é um curso noturno e tem duração mínima prevista para 5 anos, ou 10 semestres, e máxima de 9 anos, ou 18 semestres. Ele habilita o aluno a atuar como professor nos ensinos fundamental, médio e superior. O curso de Licenciatura em Química pretende formar profissionais capazes de atuar em diversos campos da Química, ou seja, trata-se de um curso que almeja formar profissionais com formação generalista, abrangente e sólida nos conteúdos dos campos da Química e da Educação. Assim, espera-se que o egresso possa (UFSCAR, 2016):

Quadro 1 – Características estimuladas na formação do egresso do curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCAR campus São Carlos

Atuar em museus e centros de divulgação científica.
Preferencialmente cursar pós-graduação nas áreas de Ensino de Química, Educação, Divulgação Científica ou qualquer uma das subáreas da Química.
Produzir conhecimentos para a área de Ensino de Química.
Desenvolver metodologias e materiais didáticos.
Organizar, planejar, executar e avaliar propostas pedagógicas das atividades na escola.
Estar sempre atualizado com relação ao conhecimento específico, cultura, científico e pedagógico.
Atuar na Educação Especial.
Dominar habilidades de comunicação e cooperação.
Atuar profissionalmente refletindo sobre esta atuação, para compreender os problemas ligados ao processo de ensino/aprendizagem e da ética, tendo como base a formação cidadã de seus alunos.

Fonte: UFSCar (2016).

Podemos observar que estas características estimuladas na formação do egresso necessitam que este tenha em sua formação momentos para a compreensão da pluralidade de sua futura atuação.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO: QUÍMICA VERDE

### 2.1 UM BREVE HISTÓRICO

No final do século XX os conceitos fundamentais da Química Verde (QV) começaram a ser definidos, principalmente com o lançamento, em 1991, do programa “Rotas Sintéticas: Alternativas para Prevenção de Poluição”, realizado após a publicação da Lei de Prevenção à Poluição dos Estados Unidos da América (EUA). O programa lançado visava apoiar pesquisas que prevenissem poluições oriundas de compostos sintéticos. Em 1993 outros tópicos foram incluídos e houve então a expansão e renomeação deste programa para Química Verde (CORREA; ZUIN, 2009).

Ainda em 1993, na Itália, foi estabelecido o “Consórcio Universitário Química para o Ambiente” (*Interuniversity Consort Chemistry for the Environment - INCA*) com a finalidade de disseminar os princípios e os interesses da QV entre diferentes pesquisadores. Todos os anos o INCA promove a “Escola Internacional de Verão em Química Verde”, na qual participam estudantes de diversos países. Em 1997 foi criado o “Instituto de Química Verde”, que desde 2001 mantém parceria com a “Sociedade Americana de Química” (*American Chemical Society – ACS*). Em 1999, pela “Sociedade Britânica de Química” (*Royal Society of Chemistry – RSC*), foi lançado o periódico *Green Chemistry*. Em 2001, foi aprovada pela IUPAC a criação do “Subcomitê Interdivisinal de Química Verde”, que em 2006 organizou a segunda “Conferência Internacional em Química Verde/Sustentável” e foi editado em 2004 o livro “*Química Verde em Latinoamerica*” pela IUPAC/INCA (CORREA; ZUIN, 2009).

De acordo com Correa e Zuin (2009), no Brasil os conceitos da QV começaram a ser expandidos no meio acadêmico, industrial e governamental mais recentemente – se compararmos com outros países. Em 2006, o Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) promoveu a 26ª Escola de Verão cujo foco foi a Química Verde. Já em 2007 foi realizada no Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP) a primeira Escola de Verão e neste mesmo ano em Fortaleza ocorreu o primeiro Workshop Brasileiro sobre Química Verde, ocasião em que foi divulgada a instalação da Rede Brasileira de Química Verde.

Neste trabalho entendemos a QV como uma filosofia que possibilita ações da Química comprometidas com o bem-estar do ambiente, que é construído e constituído pelo ser humano. Conforme apontado por Anastas e Warner (1998), a QV pode ser definida como a criação, o desenvolvimento de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e

a geração de substâncias deletérias à saúde humana e ao ambiente. Nesse sentido, são doze os princípios da QV (ANASTAS, WARNER, 1998; CORREA, ZUIN, 2009; MELO, 2010; ZUIN, 2011). No Quadro 2 a seguir destacamos “Os Doze Princípios da QV”, bem como uma breve explicação destes.

Quadro 2 – Os Doze Princípios da QV

(continua)

1 - Prevenção	Prevenir a formação de resíduos é melhor que a remediação dos mesmos.
2 - Economia de átomos	As sínteses devem maximizar a incorporação no produto final de todos os átomos dos reagentes, ou ainda, devem produzir apenas o produto desejado.
3 - Reações com compostos de menor toxicidade	Evitar, ou até mesmo, não usar e nem produzir substâncias tóxicas.
4 - Desenvolvimento de compostos seguros	Desenvolvimento de produtos com menor toxicidade possível para não causarem danos ao ambiente.
5 - Diminuição do uso de solventes e auxiliares	Evitar a utilização de substâncias auxiliares como solventes e agentes de separação.
6 - Eficiência energética	Reformular as rotas sintéticas para que possam ocorrer em temperatura e pressão ambiente para diminuir a energia gasta.
7 - Uso de substâncias renováveis	Sempre que possível, utilizar fonte de matéria-prima renovável, substituindo a não renovável.
8 - Evitar a formação de derivados	Evitar a derivatização (utilização de grupos de bloqueios, proteção/desproteção ou modificadores temporários).
9 - Catálise	Preferências por reagentes catalíticos aos reagentes estequiométricos.
10 - Desenvolvimento de compostos degradáveis	Prever as consequências e os impactos de um produto sobre o ambiente. Idealmente, quando degradados, sejam inócuos.

Quadro 2 – “Os Doze Princípios da QV”

(conclusão)

11 - Análise em tempo real para a prevenção da poluição	Análise em tempo real para controlar a geração de compostos nocivos.
12 - Química segura para a prevenção de acidentes	Utilizar substâncias seguras e de fácil manuseio evitando perigos decorrentes de toxicidade, explosividade, corrosividade ou inflamabilidade.

Fonte: Anastas, Warner (1998); Correa, Zuin (2009); Melo (2010); Zuin (2011).

A consolidação da QV exige mudanças que englobem desde laboratórios de pesquisa presentes nas universidades até os laboratórios industriais, ou seja, da academia até a esfera industrial. Estas mudanças pedem novas formas e modos de concretizar a QV, seja por meio de novos métodos, ou pela conscientização por parte dos químicos (engenheiros, bacharéis, licenciados, etc.) sobre esta filosofia.

Nesse sentido, Machado (2012) assinala que “Os Doze Princípios da QV” proporcionam orientações para alcançar a QV, ainda que ela tenha sido justificada em trabalhos sem a quantificação ou qualificação realizadas por métricas adequadas. Buscando outros alcances para a QV, outros princípios foram elaborados por Winterton (2001), que propôs os “Segundos Doze Princípios da Química Verde” para auxiliar químicos - especialmente para novas vias de sínteses - que estejam interessados em aplicar a QV para planejar, realizar e avaliar estes processos químicos. Já os “Doze Princípios da Engenharia Verde”, descritos por Anastas e Zimmerman (2003), inserem a QV no contexto industrial.

Porém, como apontado por Costa (2011):

(...) 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. (p. 3).

Desse modo, a crescente inserção da QV nas atividades de pesquisa e até mesmo industriais corroborou para que esta fosse inserida no ensino, principalmente superior e, de modo mais expressivo, em práticas experimentais.

## 2.2 A EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE

A filosofia da QV, que é expressa por meio de seus princípios, pode ser inserida em diversas subáreas da Química e uma destas é a Educação. A sua introdução na Educação em Química está relacionada com uma crescente preocupação sobre os impactos ambientais, os quais têm estreitas aproximações com as relações ser humano e natureza e o modo de vida corrente (ZUIN, 2011). Ou seja, toca às preocupações com as problemáticas socioambientais e entende que o ensino de Química deve possibilitar oportunidades para que conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais possam suscitar nos sujeitos modos de agir e pensar nas questões ambientais. (ROLOFF, 2016). Como assinalado por Melo (2010):

É especialmente nos cursos de licenciatura para formação de professores, que as discussões não podem mais se limitar às formas de ensinar ciências e os experimentos mais adequados para a assimilação de conteúdos científicos. É necessário também levar em consideração, durante o planejamento das aulas por parte dos licenciandos, o impacto, para o homem contemporâneo e seus descendentes, desse conhecimento científico responsável pela elaboração de tecnologias de produção. Impacto este que deve ser medido tanto na quantidade quanto na qualidade dos recursos físicos da terra e no direito do cidadão à qualidade de vida, livre de danos corporais (p. 22).

Assim, a emergência da Educação em Química Verde (EQV) fundamentada na perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) transcende o entendimento instrumentalizado do uso da Química como um recurso apenas para remediar os impactos ambientais. Ou seja, esta pode fomentar o pensamento e ação críticos acerca dos conteúdos químicos considerados mais socioambientalmente sustentáveis. (ZUIN, 2011).

Esta preocupação em formar futuros professores para que possam atuar eticamente no mundo é um dos objetivos da abordagem CTSA. De acordo com Santos e Mortimer (2002), o aparecimento dessa ênfase ocorreu com o agravamento dos problemas ambientais, de decepções decorrentes dos excessos tecnológicos, e preocupações com questões éticas e com a qualidade de vida neste contexto tecnológico. Ou seja, a abordagem CTSA passa a ser incorporada nos currículos da necessidade de formar o cidadão em ciência e tecnologia e de permitir que este compreenda o que representam alguns discursos que supervalorizam a ciência para o qual todos os problemas humanos podem ser solucionados cientificamente ou discursos sobre a neutralidade científica. Nesse sentido, ao realizarem uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTSA no contexto da educação brasileira, Santos e Mortimer (2002) realizam uma série de questionamentos:

Que cidadãos se pretende formar por meio das propostas CTS? Será o cidadão no modelo capitalista atual, pronto a consumir cada vez mais, independente do reflexo que esse consumo tenha sobre o ambiente e sobre a qualidade de vida da maioria da população? Que modelo de tecnologia desejamos: clássica ecodesequilibradora ou de desenvolvimento sustentável? O que seria um modelo de desenvolvimento sustentável? Que modelo decisionista desenvolveremos no nosso aluno, o tecnocrático ou o pragmático-político? (p. 17).

Estes e outros questionamentos são necessários, pois ainda existem ideais de autonomia e de neutralidade associados às práticas tecnológicas e científicas, além da vinculação do conceito de desenvolvimento científico/tecnológico com o de desenvolvimento humano com o qual a ciência e tecnologia proveriam o bem-estar comum. (VALÉRIO; BAZZO, 2006).

Os problemas contemporâneos (ambientais, sociais, econômicos, etc.) estão relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico e são exemplos do mau uso do conhecimento científico e da técnica. Para a análise destes problemas pensamos ser necessária uma reflexão crítica sobre os momentos atuais e futuros com base em análise histórica dos impactos da ciência e tecnologia, principalmente sobre valores éticos.

Assim, diante da finitude dos recursos naturais que, associada à ideia de progresso que vem sendo construída pelo consumismo desenfreado, é fundamental uma relação mais harmônica e justa entre ser humano-ambiente, relação que pode ser construída e constituída com princípios sustentáveis, conforme destacado por Carvalho (2000):

O ponto de partida de qualquer iniciativa regida pela sustentabilidade requer uma crítica contundente à civilização tecnológica, impelindo indivíduos e sociedades a se mobilizarem contra a violentação da vida e a desolação da terra. O planeta sinaliza um certo cansaço diante de vacas loucas, águas contaminadas, dejetos tóxicos, catástrofes nucleares, andróides gênicos, máquinas espirituais e próteses corpóreas siliconadas. (p. 27).

Desse modo, urge a necessidade de uma formação de sujeitos com posicionamentos e ações críticas capazes de criar relações entre as dimensões tecnológicas, sociais e as científicas, e estas relações podem ser possibilitadas com a inserção da QV em atividades formativas, que podem ser potencializadas em atividades como as práticas experimentais.

Para que tais práticas experimentais sejam comprometidas com as questões socioambientais, é preciso que elas tenham em sua essência os pressupostos da QV e ofereçam alternativas menos perigosas ao ser humano e ao ambiente e incluam a dimensão

social na sua realização. Para isso, é preciso compreender a essência dos problemas ambientais e trazer para as aulas de química - incluindo as práticas experimentais - elementos da dimensão social, econômica e política. (ZUIN, 2011).

A inserção da filosofia da QV na Educação em Química pode proporcionar momentos de reflexões sobre os empreendimentos científicos e as mediações históricas que compõem a Química e outros aspectos ligados a ela. Tais momentos têm um maior contorno quando abordados de modo interdisciplinar.

Entendemos a QV como uma prática da Química com vistas à prevenção ou eliminação de possíveis riscos e efeitos deletérios ao ambiente. Diante desta compreensão, assinalamos para a necessidade da inserção da QV na formação de profissionais em Química, por meio de ações que integram a QV ao currículo. Nesse sentido, Saqueto (2015) propôs seis princípios voltados às disciplinas experimentais, denominados os Princípios da Educação em Química Verde (PEQV):

#### Quadro 3 – Princípios da Educação em Química Verde (PEQV)

1. Problematização/contextualização (abordagem CTSA);
2. Incentivo à pesquisa (graus de abertura da experimentação);
3. Atenção aos produtos e processos (ressignificação dos sentidos de prevenção e minimização da geração de produtos principais, coprodutos e resíduos);
4. Evitar a geração e uso de quaisquer materiais perigosos;
5. Dar preferências à utilização de reagentes de fontes renováveis e de fácil degradação, que sejam obtidos no entorno da situação de ensino;
6. Reduzir o consumo de energia elétrica e água.

Fonte: Saqueto (2015).

De acordo com Saqueto (2015), os PEQV foram elaborados objetivando a qualificação de práticas experimentais, e auxiliam na introdução da QV na Educação em Química da seguinte forma:

- Problematização/contextualização (abordagem CTSA): a sua base é o incentivo de temas cotidianos de caráter social e econômico nas práticas experimentais por meio da problematização/contextualização com base na abordagem CTSA. Esta abordagem pode suscitar nos estudantes questionamentos sobre situações reais nas quais estes se sintam

envolvidos para a compreensão crítica do seu entorno, com aspectos históricos da produção do conhecimento químico e a sua relação com outros contextos;

- Incentivo à pesquisa (graus de abertura da experimentação): esse princípio evidencia a importância da pesquisa na formação de profissionais em Química, que auxilia o estudante a desenvolver atitudes investigativas, aprender a problematizar e buscar modos de expressar suas considerações, promovendo a autonomia e a reflexão crítica sobre sua própria prática. De modo geral, é objetivado o incentivo à pesquisa em EQV e que esse movimento aproxime os estudantes com a filosofia da QV. Uma vez formados a partir desta perspectiva, estes estudantes possam utilizar ou propor novas tecnologias que sejam verdes desde a sua concepção;

- Atenção aos produtos e processos (ressignificação dos sentidos de prevenção e minimização da geração de produtos principais, coprodutos e resíduos): este princípio tem por base a atenção aos produtos que em alguns casos tornam-se resíduos depois da realização de um experimento. A sua utilização busca iniciar uma reflexão crítica sobre a geração de resíduos. São assinaladas a utilização de experimentos em vídeos (desde que os conteúdos procedimentais já tenham sido inseridos) e a reutilização do produto gerado, bem como a elaboração de materiais para experimentos que podem ser reutilizados;

- Evitar a geração e uso de quaisquer materiais perigosos: este princípio insere o estudante no processo de avaliação de riscos, além de ter por base o terceiro, quarto, quinto e décimo segundo princípio da QV. Em relação ao ensino, a escolha de substâncias não perigosas à saúde e ao ambiente e os conteúdos de segurança são essenciais para uma prática experimental que englobe os conceitos sem deixar o cuidado consigo mesmo, com o outro e com o meio ambiente. Os conteúdos propostos neste princípio englobam a toxicologia, ecotoxicologia, acondicionamento de resíduos, preenchimento e leitura de rótulos e de Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químicos (FISPQ);

- Dar preferências à utilização de reagentes de fontes renováveis e de fácil degradação, que sejam obtidos no entorno da situação de ensino: este princípio considera a origem do reagente até o final de seu ciclo de vida, ou seja, se relaciona com o princípio sétimo e o princípio décimo da QV e defende que o resíduo não permaneça no ambiente após sua utilização. É indicada a utilização de reagentes disponíveis no cenário local ou nacional;

- Reduzir o consumo de energia elétrica e água: o princípio seis versa sobre a utilização de energia e o sexto princípio reconhece que a utilização de energia e água pelos processos químicos impacta o ambiente e atinge a esfera econômica. Desse modo, alguns materiais e ações devem ser objetivados, como a condução de experimentos em temperatura e

pressão ambiente, a redução do tempo de utilização de equipamentos elétricos e o incentivo às fontes de energias sustentáveis, como a luz solar.

A QV encontra acolhimento para além da elaboração de produtos e processos que não impactem o ambiente; ela pode ser inserida na formação de profissionais e dentro de tal enfoque, a QV pode ser vista como uma matriz teórica que pode gerar conteúdos de ensino, como a atribuição do grau verde de um experimento. Ribeiro et al. (2010) propõem uma métrica gráfica denominada “Estrela Verde (EV)” (*Green Star, GS*) para a avaliação holística para fornecer o grau verde:

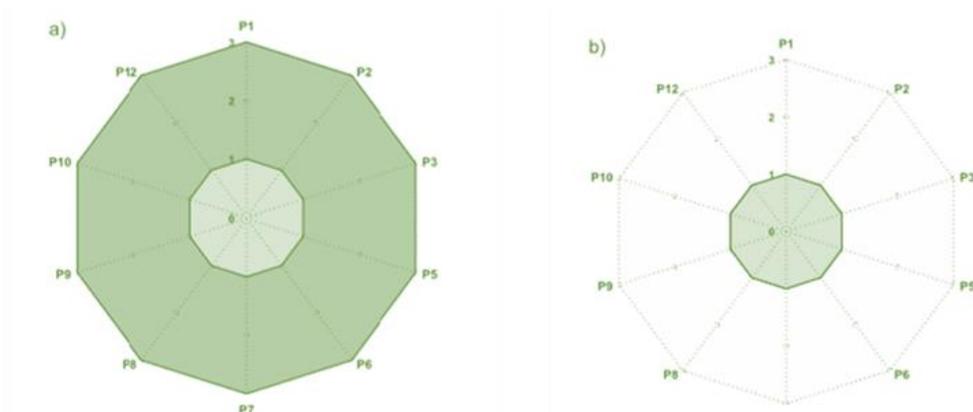
(...) Num esforço de apresentar e fazer sentir aos alunos de cursos de Química o que é a Química Verde (QV) e que o seu objectivo global é a melhoria da prática da química com respeito aos seus efeitos deletérios para o ambiente e a saúde humana, tem vindo a rever-se experiências de laboratório do curso de Ensino da Química com a intenção assumida de desafiar os alunos a encontrar a QV por esforço próprio. (p. 759).

A métrica é constituída por uma estrela, em que cada ponta corresponde ao princípio da QV em análise. O número de pontas dependerá do número de princípios da QV analisados e o comprimento de cada ponta corresponde ao cumprimento do respectivo princípio, de modo que a área global da estrela é proporcional ao grau verde da experiência em análise. Para a construção de uma EV, em um primeiro momento, se faz um detalhamento dos reagentes, produtos, coprodutos, catalisadores, solventes, agentes de purificação, secantes e resíduos e em um segundo momento, para cada uma destas substâncias é feito um levantamento em rótulos das embalagens dos compostos acerca dos seus riscos para a saúde e para o ambiente, a sua inflamabilidade e reatividade. A cada substância é atribuída uma pontuação de 1, 2 ou 3 (do mínimo ao máximo valor atribuído de grau verde) de acordo com os riscos para a saúde humana e o ambiente - ocasionados pelas substâncias envolvidas -, os riscos de acidente das substâncias que podem envolver a saúde, o ambiente e os riscos associados à degradabilidade e renovabilidade, conforme podemos observar no anexo A, na tabela “Critérios para a classificação das substâncias para a construção da EV”, e também no “Componentes e pontuações para a construção da EV”, em que são pontuados os valores 1, 2 ou 3 para cada um dos 12 Princípios da QV para a construção da EV. Caso as informações levantadas a respeito das substâncias em análise, conforme os critérios das tabelas não sejam consistentes, usa-se o valor mais penalizador (valor 1). (RIBEIRO et al., 2010).

Ao ser atribuído o máximo valor para todos os princípios, a EV é apresentada conforme a Figura 6a; o mínimo valor atribuído aos princípios corresponderá a uma área

mínima representada pela Figura 6b. Pode-se calcular também a porcentagem de área verde da EV, o Índice de Preenchimento da Estrela (IPE). Para isso, calcula-se a razão da área da EV em análise em relação à área de uma EV de grau verde máximo.

Figura 6 – a) EV com grau verde máximo, Índice de Preenchimento da Estrela (IPE) = 100; b) EV de grau verde mínimo



Fonte: Ribeiro et al. (2010).

Por fim, conforme assinalado por Ribeiro et al. (2010), a EV é uma métrica útil para a avaliação do grau verde de experimentos, ela é sensível a variações em diferentes proporções estequiométricas, pode ser usada na avaliação prévia de uma reação química a partir de um protocolo sem a necessidade de realizar o experimento, permite uma comparação semi-qualitativa por meio visual ou pelo IPE e também analisar quais princípios podem ser maximizados para o aumento do grau verde. É de fácil construção e atende de forma sistêmica e geral aos 12 Princípios da QV.

Para avaliar o grau de aderência de experimentos à EQV, Saqueto (2015) propôs uma métrica gráfica baseada na Estrela Verde (EV) (RIBEIRO et al., 2010). Para a construção gráfica, cada princípio da EQV tem o seu grau verde variando de 1 a 3 (o valor mínimo e o máximo), como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Princípios da Educação em QV utilizados para a construção de métrica EQV

(continua)

Princípios da EQV	Critérios	Valores de grau verde
<b>P1 - Problematização/Contextualização (abordagem CTSA)</b>	Inclui problematização, contextualização com abordagem CTSA	3
	Inclui contextualização sem problematização/contextualização	2
	Experimento sem uso de problematização/contextualização e abordagem CTSA	1
<b>P2 - Incentivo à pesquisa (graus de abertura da experimentação)</b>	Incentiva a pesquisa por meio de experimentos livres	3
	Além de relatório, o estudante pode apresentar (seminários) sobre seu experimento com reflexão sobre sua prática	2
	Possibilita o estudante a tomar decisões durante o experimento (roteiro com abertura)	1
	Não incentiva a pesquisa, experimentos somente reprodutivos	1

Tabela 1 – Princípios da Educação em QV utilizados para a construção de métrica EQV

(continuação)

<b>P3 - Atenção aos produtos e processos (ressignificação dos sentidos de prevenção e minimização da geração de produtos principais, coprodutos e resíduos)</b>	Se não gera produto/resíduo (utiliza vídeo, demonstração, simulação) ou, introdução que faça repensar para evitar a geração de resíduos ou, total reaproveitamento dos resíduos	3
	Não gera resíduos (economia de átomos) ou, prática que minimiza resíduo (quantidade, concentração, tratamento, reutilização do produto gerado)	2
	Sem qualquer forma de minimização de resíduos	1

Tabela 1 – Princípios da Educação em QV utilizados para a construção de métrica EQV

(continuação)

<p><b>P4 - Evitar a geração e uso de quaisquer materiais perigosos</b></p>	<p>São introduzidos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais de segurança química para a prevenção de acidentes/riscos à saúde humana e ao ambiente</p> <p>Contemple o combate aos três passos para prevenção do risco [Risco = f (perigo, exposição, despreparo)] e, todas as substâncias envolvidas (utilizadas e produzidas) são inócuas ou, gera resíduos que contêm substâncias que apresentam um risco moderado que estejam em pequena quantidade e/ou concentração muito baixa</p>	3
	<p>As substâncias envolvidas apresentam um risco moderado (utilizadas e produzidas) para a saúde e ambiente ou, todo resíduo perigoso utilizado é reaproveitado</p>	2
	<p>Pelo menos uma das substâncias envolvidas apresenta um risco elevado para a saúde e ambiente</p>	1

Tabela 1 – Princípios da Educação em QV utilizados para a construção de métrica EQV

(continuação)

<b>P5 - Dar preferência à utilização de reagentes de fontes renováveis e de fácil degradação, que sejam obtidos no entorno da situação de ensino</b>	Todas as substâncias envolvidas são reagentes de fontes renováveis e de fácil degradação (introdução do ciclo de vida de elementos/substâncias envolvidas no experimento na aula) ou, utiliza algum reagente natural (exemplos: solo, casca de laranja) que possam retornar ao meio ambiente	3
	Utiliza somente reagentes convencionais nacionais comercializados, renováveis e/ou degradáveis em produtos inócuos	2
	Utiliza algum reagente importado ou, mais de um reagente envolvido não é degradável nem pode ser tratado para dar origem a produtos inócuos ou, mais de um reagente envolvido não é renovável	1

Tabela 1 – Princípios da Educação em QV utilizados para a construção de métrica EQV

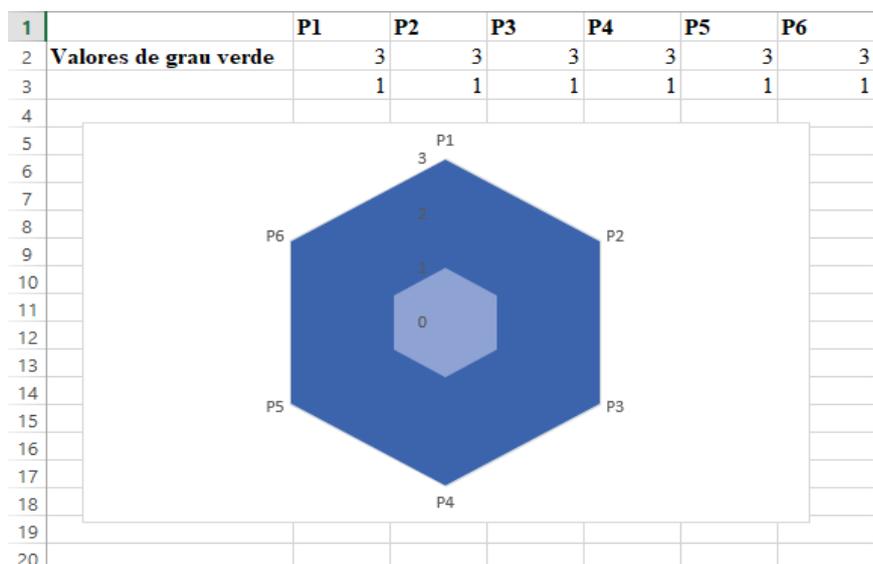
(conclusão)

<b>P6 - Reduzir o consumo de energia elétrica e água</b>	Não consome energia (exemplo: sem aquecimento/agitação) e não desperdiça água	3
	Utiliza aparelhos que consomem menos energia, na relação tempo/consumo como micro-ondas Baixo tempo de consumo de energia	2
	Utiliza fontes de energia alternativas	
	Utiliza aparelhos que consomem mais energia, na relação tempo/consumo Alto tempo de consumo	1
	Consumo desnecessário de água	

Fonte: Saqueto (2015).

O gráfico gerado permite avaliar qualitativamente o grau verde do experimento e a sua adequação à EQV. O gráfico em formato de radar preenchido é produzido com o auxílio do programa *Microsoft Excel*, para o qual podem ser utilizados os valores de grau verde presentes na Tabela 1. Na Figura 7 é ilustrada uma EV com os valores de grau máximo (valor 3). Para a quantificação do grau verde somam-se os valores atribuídos para cada princípio. Considerando o total de 6 princípios, o máximo será 18 e o mínimo 6.

Figura 7 – Estrela Verde de maior grau construída com os PEQV



Fonte: Saqueto (2015).

Os PEQV são prescrições qualitativas para o ensino da QV e são utilizados para a construção da EV. A EV é uma métrica de natureza gráfica que permite compreensões e comparações entre os princípios utilizados para análise da prática experimental.

A QV tem sido implementada mais lentamente em currículos da Educação Básica e, desse modo, faz-se necessário discutir sobre como o currículo vem sendo construído no campo da Química e como ele é materializado nos espaços de formação de professores. Dessa forma, poderemos refletir sobre as possibilidades de uma formação docente em que a QV esteja na tessitura de um currículo que atenda às novas finalidades da formação docente para a sustentabilidade.

Desde 2002, a Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002 institui as “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena”, e a Resolução CNE/CP 2 de 19 de fevereiro de 2002, institui a “Duração e a carga horária dos cursos de licenciaturas, de

graduação plena, de formação de professores da Educação Básica”. Esses e outros documentos oficiais direcionam para a construção de uma identidade docente para além daquela em que a Licenciatura em Química seja tratada como um apêndice do curso de bacharelado e buscam romper com o modelo de formação “3+1” que é resultado de uma concepção positivista e empobrecida sobre a formação docente.

Ao analisar um levantamento realizado com teses e dissertações com foco no currículo da Educação Básica, Macedo (2006) aponta para a necessidade de pensarmos no conceito de currículo como um espaço de produção cultural. Logo, como uma construção não desconectada do seu contexto histórico e social, portanto, não é um documento neutro, sendo imprescindível analisar quais conhecimentos são selecionados em detrimento de outros.

A partir do exposto acima, assinalamos para a necessidade de estudar o currículo do curso de Licenciatura em Química da UFSCar campus São Carlos para compreender como os conceitos que têm relação com a QV estão materializados nestes documentos, além de assinalar para quais conteúdos são selecionados em detrimentos de outros para compor uma matriz curricular.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 O ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOCUMENTAL

Apoiamos este estudo na abordagem qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; BOGDAN; BIKLEN, 1994), que tem como características o ambiente como fonte de dados, o caráter descritivo dos dados, a preocupação com o processo da elaboração, a possibilidade de diferentes compreensões a partir dos dados e entendimento do caráter social da Ciência. De acordo com André (2008), as abordagens qualitativas:

(...) fundamentam numa perspectiva que valoriza o papel ativo do sujeito no processo de produção de conhecimento e que concebe a realidade como uma construção social. Assim, o mundo do sujeito, os significados que atribui às suas experiências cotidianas, sua linguagem, suas produções culturais e suas formas de interações sociais constituem os núcleos centrais de preocupação dos pesquisadores. (p. 47)

Buscamos, através da abordagem qualitativa, apontar aproximações e distanciamentos da experimentação inserida na formação inicial de professores de Química à filosofia da QV. Em um primeiro momento foi realizado um levantamento bibliográfico nas seguintes bases de dados: SciELO, ERIC, CAPES, Bancos de teses e dissertações da USP, UFSCar e UNICAMP seguido da sistematização dos trabalhos considerados, objetivando demonstrar por meio de materiais empíricos a produção de conteúdos em EQV.

O desenho definido foi um estudo no curso de Licenciatura em Química do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia – Departamento de Química da Universidade Federal de São Carlos. Este endereçamento define este trabalho como um estudo de caso, como é apresentado por Lüdke e André (1986); André (2008), que pontua que a partir da singularidade estudada é possível elaborar extrapolações e produzir contribuições para a área de Educação em Química. Este tipo de estudo aponta que depois de identificados os elementos do problema de pesquisa, o pesquisador pode proceder no desenvolvimento da pesquisa. Esta ação tem a:

(...) importância de determinar os focos da investigação e estabelecer os contornos do estudo [e] decorre do fato de que nunca será possível explorar todos os ângulos do fenômeno num tempo razoavelmente limitado. A seleção de aspectos mais relevantes e a determinação do recorte é, pois, crucial para atingir os propósitos do estudo de caso e para chegar a uma compreensão mais completa da situação estudada. (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 22)

Partindo do princípio de que a partir deste estudo de caso novas ideias, novos significados e novas compreensões sobre a experimentação que têm relação em uma esfera maior com a EQV, foi realizada a análise documental (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; BOGDAN; BIKLEN, 1994) de materiais como as “Diretrizes e Bases da Educação Nacional”; “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena”; “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena”; “Resolução CNE/CES 8”; “Plano de Desenvolvimento Institucional”; “Perfil do profissional a ser formado na UFSCar”; “Projetos pedagógicos” curso de Licenciatura em Química campus São Carlos. Também foi analisada a matriz do curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar campus São Carlos, que é composta por sete disciplinas experimentais obrigatórias (Anexo B), todas com 4 créditos e carga horária total de 60 horas, conforme podemos observar na tabela 2.

Tabela 2 – Disciplinas experimentais obrigatórias do curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar campus São Carlos

<b>Disciplinas</b>	<b>Período</b>
Técnicas Básicas em Química	1
Química Experimental dos Elementos	4
Análise Qualitativa e Quantitativa	4
Química Orgânica Experimental	6
Físico-Química Experimental A	7
Experimentação na Educação Química	7
Princípios de Química Instrumental	9

A escolha deste percurso metodológico objetivava em partir de esferas maiores com os documentos nos âmbitos federais, estaduais e da UFSCar, em direção ao curso de Licenciatura em Química. Tal fato contribuiu para os resultados, pois, a análise documental compreende que os documentos são produtos construídos e, deste modo, historicamente localizados e socialmente contextualizados, ou seja, “não são apenas uma fonte de informação contextualizada, mas surge num determinado contexto e fornecem informações sobre esse mesmo contexto.” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 39). Para Corsetti (2006):

O ponto de partida não é assim, a pesquisa de um documento, mas a colocação de um questionamento – o problema da pesquisa. O cruzamento e confronto das fontes é uma operação indispensável, para o que a leitura

hermenêutica da documentação se constitui em operação importante do processo de investigação, já que nos possibilita uma leitura não apenas literal das informações contidas nos documentos, mas uma compreensão real, contextualizada pelo cruzamento entre fontes que se complementam, em termos explicativos. (p. 36)

Estudar estes contextos, reconhecendo nesta pluralidade a possibilidade de confrontar as fontes e norteados pelo problema da pesquisa, adotamos uma metodologia de análise dos dados que tem como finalidade produzir novas compreensões sobre o objeto de estudo e os discursos que o compõem, a metodologia de análise seguida é denominada de análise textual discursiva. (MORAES, 2003; MORAES, GALIAZZI, 2011).

### 3.2 O *CORPUS* DA PESQUISA

A análise foi realizada a partir de um conjunto de documentos denominado “*corpus*”<sup>7</sup>. Os documentos selecionados são textos – em um sentido mais amplo são incluídas imagens e outras expressões linguísticas – as quais foram produzidos em um determinado contexto e tempo. De acordo com Moraes e Galiazzi (2011) eles:

São vistos como produções que expressam discursos sobre diferentes fenômenos e que podem ser lidos, descritos e interpretados, correspondendo a uma multiplicidade de sentidos que a partir deles podem ser construídos. Os documentos textuais de análise constituem significantes a partir dos quais são construídos significados relativos aos fenômenos investigados. (p. 16).

O conjunto de documentos selecionados está descrito na Tabela 3. Este conjunto foi selecionado para produzir resultados que representem o fenômeno estudado: de que maneira os princípios da Química Verde estão inseridos nas propostas experimentais presentes nos documentos relativos ao curso de Licenciatura em Química da UFSCar do campus de São Carlos. Os documentos analisados estão compreendidos entre os anos de 1996 (Lei nº 9.394) e 2016 (PPC do curso de Licenciatura em Química, campus São Carlos) e compreendem as esferas nacionais e institucionais.

A escolha por analisar a “Lei nº 9.394” (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB) foi feita por ser uma legislação que organiza e estrutura a educação brasileira, e desse modo tem influência direta na formação pretendida pelo ensino superior. As

---

<sup>7</sup> Moraes e Galiazzi (2011) denominam de “*corpus*” – denominação retirada de Bardin (1977) – o conjunto de documentos. Estes representam as informações para obtenção dos dados e requerem uma seleção e delimitação. Logo, não é trabalhado todo o “*corpus*”.

“Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” proporcionam às instituições elaborarem seus currículos adequando-os à formação de cidadãos e profissionais capazes de criar novos conteúdos no cenário atual e, ao investigarmos tais diretrizes, observamos que elas fornecem informações sobre a elaboração curricular. As “Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena” foram selecionadas para comporem o *corpus* da pesquisa, por ser um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos que orientam a organização curricular e institucional. A “Resolução CNE/CES 8” foi analisada por explicitar como o projeto pedagógico de formação profissional deve ser formulado para o curso de Química. O “Plano de Desenvolvimento Institucional – Universidade Federal de São Carlos” foi utilizado por constituir uma proposta construída coletivamente sobre os caminhos e ações a serem realizados pela UFSCar, e interessa analisar quais as direções propostas por estes coletivos.

O “Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Química – 2014” e “Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Química – 2016” representam a concepção, a justificativa e as bases de sustentação do curso de Licenciatura em Química e são os principais documentos para análise. A escolha em analisar os PPC de anos diferentes (2014 e 2016) foi para apontar mudanças ocorridas que tenham relação com o objetivo dessa pesquisa. A “Matriz da Licenciatura em Química – 2014” e “Matriz da Licenciatura em Química – 2016” mostram as disciplinas que compõem o curso de Licenciatura em Química, nos permitindo, desse modo, analisar quais disciplinas compuseram e quais ainda compõem a matriz curricular do curso de Licenciatura em Química.

Tabela 3 – Documentos analisados e data/ano de publicação

(continua)

<b>Documento analisado</b>	<b>Data/Ano*</b>
Lei nº 9.394	20 de dezembro de 1996
Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena	7 de dezembro de 2001

Tabela 3 – Documentos analisados e data/ano de publicação

(conclusão)

Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena	9 de abril de 2002**
Resolução CNE/CES 8	26 de março de 2002
Plano de Desenvolvimento Institucional – Universidade Federal de São Carlos	2004
Perfil do profissional a ser formado na UFSCar	2008
Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Química	Abril de 2014
Matriz da Licenciatura em Química	Abril de 2014
Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Química	Dezembro de 2016
Matriz da Licenciatura em Química	Dezembro de 2016

Fonte: Brasil (1996, 2001, 2002); UFSCar (2004, 2008, 2014, 2016).

\* referente à publicação no Diário Oficial da União

\*\* republicada por ter saído com incorreção do original no dia 4 de março de 2002

### 3.3 UMA TEMPESTADE DE LUZ: ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA<sup>8</sup>

O estudo foi orientado pela análise textual discursiva que, em termos gerais, busca aprofundar a compreensão dos fenômenos. Moraes (2003) argumenta que

(...) a análise textual qualitativa pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma seqüência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do corpus, a unitarização; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada. Esse processo em seu todo pode ser comparado com uma tempestade de luz. (p. 192)

<sup>8</sup> Moraes (2003) trabalha com a metáfora *uma tempestade de luz* para traduzir como emergem novas compreensões possibilitadas pela análise textual discursiva.

Esta abordagem de análise possui quatro focos, sendo os três primeiros compostos pelo ciclo de análise. São eles: a unitarização, a categorização e a comunicação. O desmonte dos textos corresponde à etapa de unitarização, e envolve a relação entre a leitura e a significação e os diversos sentidos que a leitura pode permitir, podendo ser concretizada em três momentos distintos (MORAES, 2003): fragmentação e codificação de cada unidade; reescrita de cada unidade para tomar o significado, e a atribuição de um título para cada unidade. É importante neste processo não perder o contexto em que cada unidade foi produzida, e também que haja um envolvimento do analista com o material para a emergência de novas compreensões.

A segunda etapa do ciclo é o estabelecimento de relações, que consiste na categorização das unidades construídas na primeira etapa, agrupando, definindo e nomeando os elementos de significação semelhantes. Elas podem ser construídas antes da leitura do *corpus* ou com base nas informações contidas no *corpus* ou, ainda, pelo método intuitivo que representa aprendizagens auto-organizadas de sua relação com o *corpus* de análise; de *insights*. Nesse momento da análise estabelecem-se relações, unem-se os semelhantes e constroem-se as categorias para a elaboração de um novo texto, de um metatexto. O terceiro estágio do ciclo de análise é a comunicação das compreensões em forma de metatextos, com base nos produtos de análise. Portanto, como é descrito por Moraes (2003):

(...) esta abordagem de análise como um ciclo de operações que se inicia com a unitarização dos materiais do corpus. Daí o processo move-se para a categorização das unidades de análise definidas no estágio inicial. A partir da impregnação atingida por esse processo, argumenta-se que emergem novas compreensões, aprendizagens criativas que se constituem por auto-organização, em nível inconsciente. A explicitação de luzes sobre o fenômeno, em forma de metatextos, constitui o terceiro momento do ciclo de análise proposto. (p. 209)

Partindo dos textos já existentes (Tabela 3), o estudo ocorreu utilizando a análise textual discursiva. (MORAES; GALIAZZI, 2011). A seguir serão apresentadas as etapas realizadas para a análise:

### **Etapa 1 - Desmonte dos textos: desconstrução e unitarização**

Na perspectiva da análise textual discursiva, um texto pode suscitar diferentes compreensões a partir dos pressupostos teóricos adotados na investigação, e também ser lido

nos diferentes pressupostos teóricos que cada leitor possui. As teorias também estarão presentes nas etapas de análise.

A desconstrução e a unitarização do *corpus* é um processo de desmonte dos textos, destacando elementos que os constituem. Nesta primeira etapa, após estar em posse do conjunto de documentos a serem analisados, buscamos encontrar/perceber os sentidos expressos no texto dos documentos em função do objetivo central da pesquisa. Da desconstrução dos textos surgem as unidades de análise ou unidades de significado ou de sentido. (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Nesta etapa, conforme apontado por Moraes e Galiuzzi (2011), é importante saber quais as unidades de contexto, ou seja, é importante conhecer quais foram os documentos que deram origem a cada unidade de análise. Desse modo, para identificar as unidades de contextos, foram atribuídos códigos para cada documento, conforme podemos observar no Quadro 4.

Quadro 4 – Documento analisado e código atribuído na etapa de desconstrução dos textos

<b>Documento</b>	<b>Código do documento</b>
Diretrizes e Bases da Educação Nacional	DBEN
Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena	DCNCQ
Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena	DCNFProf
Resolução CNE/CES 8	RES8
Plano de Desenvolvimento Institucional	PDI
Perfil do profissional a ser formado na UFSCar	PP
Projetos pedagógicos do curso de Licenciatura em Química São Carlos 2014	PPCSC1
Projetos pedagógicos do curso de Licenciatura em Química São Carlos 2016	PPCSC2
Matriz do curso de Licenciatura em Química São Carlos 2014	MSC1
Matriz do curso de Licenciatura em Química São Carlos 2016	MSC2

A unitarização pode ser concretizada, em primeiro lugar, pela fragmentação dos textos que é realizada por leituras, as quais são identificadas e destacadas em fragmentos, resultando desse modo em unidades de análise. Por exemplo, no trecho retirado do documento PPCSC2:

Torna-se fácil perceber que a Química proporcionou progresso, desenvolvimento e bem estar para a vida das pessoas. Entretanto, como qualquer empreendimento humano, o modo de produção do conhecimento químico e as suas implicações necessitam serem apresentados nas diversas situações de ensino, de forma a proporcionar processos formativos comprometidos e problematizadores, aderentes à perspectiva de ensino *Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)*. (UFSCAR, 2016, p. 12-13)

Este trecho é a unidade de análise, pois contém um elemento pertinente ao objetivo do estudo, o qual foi atribuído o título “Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente”. Foram atribuídos os seguintes títulos para as 8 unidades de análise: “Ambiental”, “Inter/multi/pluri/transdisciplinar”, “Química Verde”, “Sustentabilidade”, “Ambientalização”, “Resíduo”, “Experimentação” e, como já citado, “Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente”.

Desse modo, após leituras profundas e um envolvimento com os documentos, foi realizada a etapa 1, fragmentando os documentos em unidades de análise, atribuindo um título e a origem para cada uma delas, conforme podemos observar no Quadro 5.

Quadro 5 – Origem de cada unidade de análise

<b>Unidade de análise</b>	<b>Origem da unidade de análise</b>
Ambiental	MSC1, MSC2, PP, PDI, PPCSC1
Inter/multi/pluri/transdisciplinar	DCNFProf, DCNCQ, DBEN, PP, PDI, PPCSC1, PPCSC2
Química Verde	MSC1, MSC2, PPCSC1, PPCSC2
Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente	PPCSC1, PPCSC2
Sustentabilidade	PDI, PPCSC1, PPCSC2
Ambientalização	PDI, PPCSC1, PPCSC2
Resíduo	PDI, PPCSC1, PPCSC2
Experimentação	DCNCQ, MSC1, MSC2, PPCSC1, PPCSC2

## **Etapa 2 – Estabelecimento de relações: o processo de categorização**

O segundo momento do ciclo de análise é a categorização das unidades anteriormente construídas. De acordo com Moraes e Galiazzi (2011):

A categorização é um processo de comparação constante entre as unidades definidas no momento inicial da análise, levando a agrupamentos de elementos semelhantes. Conjunto de elementos de significação próximos constituem as categorias. (p. 22)

O método utilizado para produzir a categoria e a subcategoria foi indutivo, pois buscamos caminhar do particular ao geral. Após serem construídas as unidades de análise, a categoria e a subcategoria foram estabelecidas comparando e contrastando as unidades de análise e organizando elementos semelhantes de acordo com o objetivo da pesquisa. Os pressupostos teóricos do método indutivo utilizado para a categorização “traz dentro de si a subjetividade, o foco na qualidade, a ideia de construção, a abertura ao novo.” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 25).

Sobre as propriedades das categorias Moraes e Galiazzi (2011) apontam que:

Categorias de análise necessitam ser válidas ou pertinentes no que se refere aos objetivos e ao objeto de análise. Um conjunto de categorias é válido quando é capaz de propiciar uma nova compreensão sobre os fenômenos pesquisados. (p. 26).

Além de serem homogêneas, ou seja, serem construídas a partir de um mesmo princípio conceitual, tal necessidade é aplicada para subcategorias também. Diante do que foi exposto, foram construídas uma categoria e a uma subcategoria, sendo elas: “Educação em Química Verde”, que contém a subcategoria “Experimentação Verde”.

A Tabela 4 demonstra as unidades de análise, a origem de cada unidade de análise e a frequência e a respectiva porcentagem para cada unidade de análise identificada no *corpus* de análise e que compõem a categoria “Educação em Química Verde”. Na tabela 5 foram realizados os mesmos processos para a subcategoria “Experimentação Verde”.

Tabela 4 – Origem, frequência e porcentagem das unidades de análise que compõem a categoria “Educação em Química Verde”

(continua)

<b>Categoria</b>	<b>Unidade de análise</b>	<b>Origem da unidade de análise</b>	<b>Frequência</b>	<b>Porcentagem (%)*</b>
<b>Educação em Química Verde</b>	Ambiental	MSC1, MSC2, PP, PDI, PPCSC1	84	38,9
	Inter/multi/pluri/transdisciplinar	DCNFProf, DCNCQ, DBEN, PP, PDI, PPCSC1, PPCSC2	56	25,9
	Química Verde	MSC1, MSC2, PPCSC1, PPCSC2	37	17,1
	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente	PPCSC1, PPCSC2	17	7,9

Tabela 4 – Origem, frequência e porcentagem das unidades de análise que compõem a categoria “Educação em Química Verde” (conclusão)

Sustentabilidade	PDI, PPCSC1, PPCSC2	15	6,9
Ambientalização	PDI, PPCSC1, PPCSC2	7	3,2

\* As porcentagens foram calculadas a partir do número total de frequência

Como já dito, foram realizados os mesmos processos descritos para a subcategoria “Experimentação Verde” (Tabela 5).

Tabela 5 – Origem, frequência e porcentagem das unidades de análise que compõem a subcategoria “Experimentação Verde”

Subcategoria	Unidade de análise	Origem da unidade de análise	Frequência	Porcentagem (%)
<b>Experimentação verde</b>	Resíduo	PDI, PPCSC1, PPCSC2	22	44,9
	Experimentação	DCNCQ, MSC1, MSC2, PPCSC1, PPCSC2	27	55,1

\* As porcentagens foram calculadas a partir do número total de frequência

Após a categorização das unidades de análise seguimos para a última etapa do ciclo de análise que será descrita a seguir.

### **Etapa 3 – Captando o Novo Emergente: expressando as compreensões atingidas**

A expressão dos sentidos e significados atribuídos ao conjunto de textos analisados objetiva à construção de metatextos. (MORAES; GALIAZZI, 2011). Para a construção do metatexto apresentado no capítulo a seguir, logo após construirmos as categorias de análise, estas foram organizadas no sentido de expressar as compreensões referentes a cada uma delas. Nesse sentido, entendemos que a categoria “Educação em Química Verde” contém a subcategoria “Experimentação Verde”, pois a EQV abriga/é maior e contém a Experimentação Verde.

Para expressar as compreensões foi realizado o seguinte movimento, como podemos observar no exemplo a seguir: foi selecionado o fragmento que teve origem no documento DCNCQ e deu origem a uma unidade de análise:

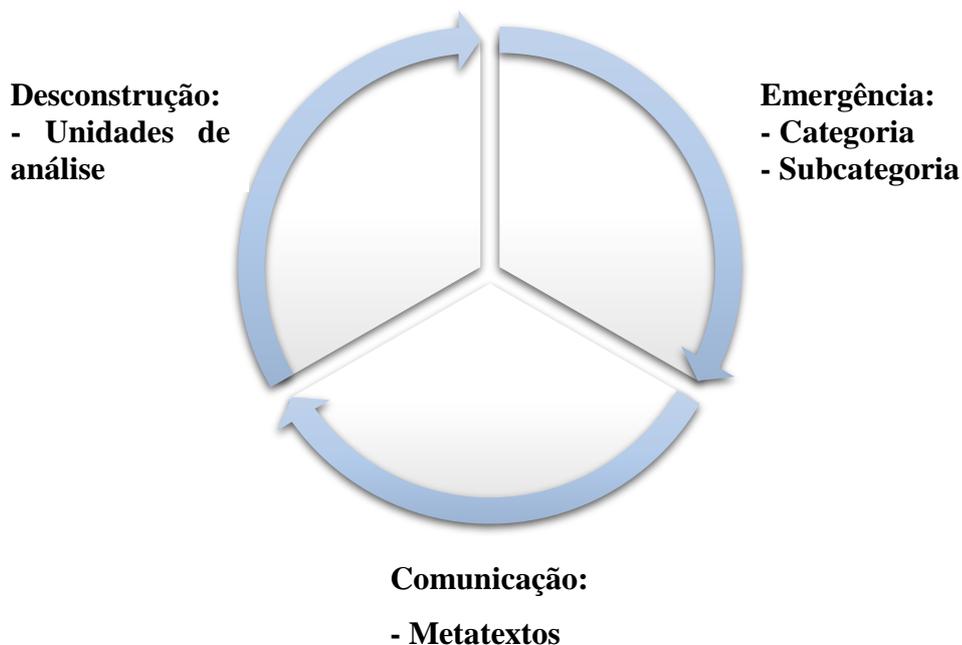
*“Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade.” (BRASIL, 2001, p. 7, grifo nosso)*

Em seguida, foi atribuído o título “Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente”, o qual foi categorizado na seção “Educação em Química Verde”, pois compreendemos, a partir do referencial adotado – filosofia da QV – que uma Educação com estes pressupostos necessita de uma abordagem CTSA, pois compreende as relações construídas entre a Química e os aspectos sociais, tecnológicos e ambientais.

#### **Quarto foco – Auto-organização: um processo de aprendizagem viva**

As etapas descritas estão em conjunto e em movimento e conforme apontado por Moraes e Galiuzzi (2011) o ciclo da análise textual discursiva “constitui um exercício de aprender em que lançamos mão da desordem e do caos para possibilitar a emergência de formas novas e criativas de entender os fenômenos investigados.” (p. 41). O processo está representado na Figura 8.

Figura 8 – Ciclo da análise textual discursiva



Fonte: adaptada de Moraes e Galiuzzi (2011).

Portanto, as etapas desse ciclo procuram a emergência de novos conhecimentos que serão expressos na forma de produções escritas. A “tempestade de luz” busca mostrar que, a partir da desconstrução e da construção, novas compreensões podem surgir.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO<sup>9</sup>

Apresentamos a seguir os resultados e as discussões realizadas na análise. Estes são frutos da desconstrução dos textos do *corpus* e da reconstrução de novas compreensões, realizadas de acordo com os procedimentos metodológicos adotados.

### 4.1 EDUCAÇÃO EM QUÍMICA VERDE

Compreendemos que analisar o modo como a EQV está inserida no curso de Licenciatura em Química da UFSCar campus São Carlos é apresentar os contornos de como alguns conceitos estão inseridos/compreendidos na formação do licenciando em Química; conceitos como as relações CTSA, o ambiente, os conteúdos inter/multi/pluri/transdisciplinar, a QV, a sustentabilidade e a ambientalização curricular.

Uma EQV compreende o ambiente como historicamente construído e ao analisarmos o PPC observamos que tal pressuposto está presente na formação do licenciando em Química, conforme podemos observar na disciplina “Introdução à Química Verde”, que é uma disciplina obrigatória para o curso de Licenciatura em Química em São Carlos, a qual descreve na sua ementa: “Dar subsídios para a *compreensão e análise das implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais relacionadas aos processos químicos* utilizados no sistema produtivo.” (UFSCAR, 2016, p. 113, grifo nosso).

Diante deste objetivo da disciplina “Introdução à Química Verde”, refletimos sobre o papel da Ciência e da tecnologia como instrumentos para o sistema produtivo; a filosofia da QV objetiva a eliminação de efeitos deletérios para o ser humano e o ambiente e, ao ser inserida na formação de professores de Química, fornece elementos para que os próprios licenciandos possam ser sensibilizados para tomarem suas próprias decisões, em consonância com a sustentabilidade socioambiental. Logo, a introdução da filosofia da QV na formação de professores de Química contribui para uma formação comprometida com estas questões. Do mesmo modo, a inserção da dimensão ambiental nos currículos de cursos de formação de professores de Química também colabora para uma formação com vistas à sustentabilidade socioambiental. (ZUIN, 2011).

---

<sup>9</sup> Alguns trechos retirados dos documentos encontram-se em *itálico* e remetem às unidades de análise que compõem a categoria e a subcategoria.

A disciplina “Introdução à Química Ambiental” apresenta os conceitos de Química Ambiental como é estabelecido pelas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” (BRASIL, 2001). No documento sobre “O perfil do profissional a ser formado na UFSCar” também são levantadas algumas questões que fazem parte da temática ambiental e elucidada que:

Alguns aspectos mereceram aprofundamento, como: *a necessidade da articulação entre conhecimentos de diferentes naturezas para compreender a complexidade dos problemas; a relação íntima entre qualidade ambiental e cidadania; a exigência cada vez maior de uma ação informada na administração e no gerenciamento dos problemas ambientais, pelas questões complexas e conflituosas que envolvem.* (UFSCAR, 2008, p. 12, grifo nosso).

Entendemos que a ambientalização do currículo sustenta o desenvolvimento de metodologias, abordagens epistemológicas que sejam condizentes com os desafios contemporâneos com vistas à formação de profissionais com base para uma atuação voltada para a sustentabilidade socioambiental. (ZUIN, 2011). Nesse sentido, para uma formação com vistas à futura atuação do licenciando em Química voltada para sustentabilidade socioambiental, defendemos que um currículo, ao apresentar as relações CTSA, possibilita a reflexão dos licenciandos em Química de como os fatores sociais, políticos e econômicos ecoam em sua formação e na formação daqueles que por eles serão formados. Cachapuz et al. (2005) enfatizam que:

A recuperação desses aspectos históricos e de relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), sem deixar de lado os problemas que protagonizam um papel central no questionar de dogmatismos e na defesa da liberdade de investigação e pensamento, pode contribuir para devolver à aprendizagem das ciências a vitalidade e relevância do próprio desenvolvimento científico. (p. 30).

A defesa destes aspectos assinalados por Cachapuz et al. (2005) e da ambientalização curricular é contrária a uma compreensão da Ciência como sendo a-histórica, neutra e desinteressada. A presença de conteúdos como as questões socioambientais e as relações CTSA em documentos como o “Projeto Pedagógico” do curso de Licenciatura em Química cria momentos para a reflexão sobre os problemas socioambientais que por vezes são de modo ideológico ocultos dos currículos de formação de professores. Ou seja, há possibilidades quando estas questões estão presentes nestes documentos, em transcender para além da sala de aula.

Um modo de atrelar a Ciência e a sociedade tem sido pelas situações sociocientíficas polêmicas que consistem em questões relativas às interações CTSA e:

(...) os problemas sociocientíficos são pouco delimitados, multidisciplinares, heurísticos, carregados de valores (invocando, por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afectados pela insuficiência de conhecimento. (REIS, 2006, p. 66).

No PPC estudado existem elementos da abordagem CTSA e dos aspectos formativos por ela potencializados conforme podemos observar no seguinte trecho:

Torna-se fácil perceber que a Química proporcionou progresso, desenvolvimento e bem estar para a vida das pessoas. Entretanto, como qualquer empreendimento humano, o modo de produção do conhecimento químico e as suas implicações necessitam serem apresentados nas diversas situações de ensino, de forma a proporcionar processos formativos comprometidos e problematizadores, aderentes à perspectiva de ensino *Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)*. (UFSCAR, 2016, p. 12, grifo nosso).

Porém, não encontramos no documento os termos “Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente” ou a sigla “CTSA” explícitos na maior parte do texto. Ainda assim, existem elementos da abordagem CTSA, por exemplo, podemos observar nas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” (BRASIL, 2001), no item “Competências e Habilidades”, com relação ao ensino de Química para o licenciando em Química:

- Refletir de forma crítica a sua prática em sala de aula, identificando problemas de ensino/aprendizagem.
- *Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade.*
- Saber trabalhar em laboratório e saber usar a experimentação em Química como recurso didático.
- Possuir conhecimentos básicos do uso de computadores e sua aplicação em ensino de Química.
- Possuir conhecimento dos procedimentos e normas de segurança no trabalho.
- Conhecer teorias psicopedagógicas que fundamentam o processo de ensino-aprendizagem, bem como os princípios de planejamento educacional.
- Conhecer os fundamentos, a natureza e as principais pesquisas de ensino de Química.
- Conhecer e vivenciar projetos e propostas curriculares de ensino de Química.

- Ter atitude favorável à incorporação, na sua prática, dos resultados da pesquisa educacional em ensino de Química, visando solucionar os problemas relacionados ao ensino/aprendizagem. (p. 6, grifo nosso).

Assim, podemos observar que existem elementos de uma abordagem CTSA como pressuposto para a futura atuação do licenciando em Química de modo mais expressivo no item: “Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade”, pois assinala para uma avaliação crítica da aplicação da Química e suas múltiplas relações com os aspectos sociais, tecnológicos, éticos e políticos.

Nesse sentido, a disciplina “Metodologia do ensino de Química” considera o enfoque CTSA para o ensino e a aprendizagem dos conceitos científicos, conforme podemos observar em sua descrição “Favorecer o desenvolvimento, a execução e a análise de práticas pedagógicas que privilegiem as relações socioculturais, ambiente escolar, a linguagem e a *interdisciplinaridade*.” (UFSCAR, 2016, p. 117, grifo nosso).

Das “Diretrizes Gerais” (UFSCAR, 2004) que permitem o planejamento e consolidação das ações da UFSCar, destacamos alguns aspectos: “Promover processos de sustentabilidade ambiental.” (p. 23); e de “Promover atividades voltadas para uma sociedade sustentável.” (p. 23); e “Promover a ambientalização das atividades universitárias, incorporando a temática ambiental nas atividades acadêmicas e administrativas, com ênfase na capacitação profissional e na formação acadêmica.”; (p. 23) e “Promover a inserção plena da Universidade no sistema nacional de ciência, cultura, tecnologia.” (p. 23).

Estes e outros princípios das “Diretrizes Gerais” demonstram uma atenção da universidade para com os processos de sustentabilidade socioambiental e a ascensão dessas questões para uma esfera que ultrapasse as fronteiras físicas da universidade, ou seja, que os sujeitos formados pela UFSCar possam, por meio dos seus conhecimentos, propor soluções em seu campo de atuação. Tal objetivo é realçado por uma atuação de forma inter/multi/pluri/transdisciplinar, conforme podemos observar nos seguintes trechos presentes no PPC da Licenciatura em Química no campus São Carlos. Aos serem descritos os princípios gerais de avaliação podemos observar que:

(...) deverão ser adotados procedimentos alternativos de avaliação que favoreçam a compreensão da totalidade do curso, consolidando o perfil desejado do formando, dando oportunidades de aferir a importância do *caráter inter e multidisciplinar* das ações pedagógicas que estarão estruturadas dentro da grade curricular. (UFSCAR, 2016, p. 68, grifo nosso).

Nas ementas das disciplinas também são assinalados o caráter interdisciplinar como, por exemplo, na disciplina “Equilíbrio Químico: Fundamentos e Aplicações em Química Analítica”, em que é apresentado “(...) o objetivo da química analítica e seu *caráter interdisciplinar*”. (UFSCAR, 2016, p. 95, grifo nosso). Também observamos a presença do caráter inter/multi/transdisciplinar em disciplinas como “Didática Geral”, “Orientação para a prática profissional”, “Estágio Supervisionado em Ensino de Química”. Desse modo, observamos que uma formação do licenciando em Química de forma inter/multi/transdisciplinar carece de comprometimento e atuação nas relações entre os seres humanos, sociedade, ambiente e tecnologia (sejam as novas tecnologias verdes ou não). São ações que vão além da proposição das respostas e estas considerações estão em consonância com as “Diretrizes específicas” elaboradas no PDI, em que:

As Diretrizes Específicas foram ordenadas em seis temas estruturantes para a organização da Universidade: processo de formação; ampliação, acesso e permanência na Universidade; produção e disseminação do conhecimento; capacitação dos servidores da UFSCar; ambiente adequado; e organização e gestão. A sistematização das contribuições buscou, ao mesmo tempo, *superar a divisão metodológica inicial dos quatro aspectos e ultrapassar a fragmentação “operacional” que ocorre tradicionalmente na Instituição*, como, por exemplo, entre ensino de graduação, ensino de pós-graduação, pesquisa etc. *O objetivo final dessas novas denominações e agrupamentos é cultivar um olhar sobre as atividades da Universidade que acompanhe processos, e não ações estáticas ou áreas isoladas.* (UFSCAR, 2004, p. 25, grifo nosso).

Podemos observar no exposto acima indícios de uma formação na universidade que não seja limitada pelo enrijecimento dos diferentes compartimentos que a compõem, e assim propicie uma formação inter/multi/transdisciplinar no ensino, na pós-graduação, pesquisa, extensão, etc., ou seja, nas diversas atividades da universidade, compreendidas como dinâmicas e conectadas.

Nesse contexto formativo, podemos afirmar, conforme é descrito nas “Diretrizes Específicas”: “A ciência *torna-se além de um bem cultural*, a base do desenvolvimento econômico.” (p. 25, grifo nosso). Ou seja, a Ciência não é neutra e não está desconectada do contexto econômico, do social e do político, e esta compreensão está inserida no processo formativo o qual é sustentado pela universidade, pois podemos observar nas ementas, no PPC e, principalmente no PDI, esta atenção para uma formação inter/multi/transdisciplinar que abrange os contextos citados.

Como já citado, o curso de Licenciatura em Química em São Carlos apresenta em sua matriz curricular a disciplina “Introdução à Química Verde”, que é descrita no PPC com os objetivos de:

1. Dar subsídios para a compreensão *e análise das implicações científicas, tecnológicas, sociais e ambientais relacionadas aos processos químicos utilizados no sistema produtivo*. 2. Apresentar ao estudante *o contexto histórico do desenvolvimento da Química Verde*. 3. *Introduzir os princípios da Química Verde* e suas aplicações. 4. Possibilitar ao estudante planejar, implementar e avaliar um projeto que compreenda os conteúdos voltados à Química Verde, especialmente em contextos educativos. (UFSCAR, 2016, p.113, grifo nosso)<sup>10</sup>.

A aproximação dos conceitos da QV com a experimentação está presente na ementa da disciplina de “Experimentação na Educação Química” no curso de Licenciatura em Química, do campus São Carlos, e aponta para a:

Evolução histórica da *utilização de experimentos na Educação Química*. Principais aspectos da experimentação na Educação Química: abordagens teóricas e metodológicas. *Seleção e planejamento de experimentos didáticos, considerando os princípios gerais de segurança, bem como a eliminação, minimização e descarte de resíduos (Química Verde)*. Aplicação dos experimentos junto a estudantes da Educação Básica. Apresentação das propostas experimentais por meio de seminários. (UFSCAR, 2016, p. 122, grifo nosso).

Observamos, na matriz curricular do curso de Licenciatura em Química estudada, a presença da disciplina “Introdução à Química Ambiental”. Assim, identificamos indícios da dimensão ambiental nas ementas e objetivos gerais das disciplinas que compõem a estrutura curricular do curso de Licenciatura em Química, mesmo entendendo que esta inserção deveria compreender todas as disciplinas, e não de forma pontual em disciplinas específicas.

Cabe um questionamento sobre a utilização dos termos “matriz curricular” e “grade curricular” encontrados no PPC estudado e entendemos que eles trazem alguns entendimentos acerca da construção do conhecimento e dos conteúdos que compõem uma matriz curricular. Estas compreensões refletem em como a dimensão ambiental pode ser inserida na formação dos licenciandos em Química. No PPC investigado há a presença e utilização de ambos os

---

<sup>10</sup> Apresenta como ementa: Evolução histórica da Química Verde. Os princípios da Química Verde. Estudo de casos voltados à aplicação da Química Verde em vários setores, como o industrial, acadêmico e da educação básica. Planejamento, aplicação e análise de um projeto que compreenda os princípios da Química Verde. (UFSCAR, 2016, p.113).

termos, contudo, o termo “grade curricular” é um indício de uma visão positivista acerca dos processos formativos ainda presentes em cursos de licenciatura, conforme podemos observar no curso de Licenciatura em Química no campus São Carlos.

O enrijecimento – se associarmos à ideia de uma “grade” – é um movimento contrário à ambientalização curricular, pois a sua incorporação tem como mote a dimensão interdisciplinar. Ao analisarmos a “Política Nacional de Educação Ambiental” (PNEA) Lei nº 9.795 de abril de 1999, regulamentada pelo Decreto nº 4.281 de junho de 2002 (BRASIL, 1999, 2002d), são ressaltados nesses documentos que a inclusão da Educação Ambiental (EA) deve ocorrer em todos os níveis e modalidades de ensino. No Decreto nº 4.281 de junho de 2002 (BRASIL, 2002d) recomenda-se: “I - a integração da educação ambiental às disciplinas de modo transversal, contínuo e permanente e; II - a adequação dos programas já vigentes de formação continuada de educadores” (art. 5º). Em termos institucionais da universidade no seu PDI, a totalidade é entendida sobre os pilares do ensino, pesquisa e extensão do seguinte modo:

As diretrizes relacionadas à produção e disseminação do conhecimento estão fundamentadas na ideia compartilhada pela comunidade universitária de que *a produção de conhecimento é a base de todas as atividades de sustentação da Universidade e, estando articulada ao ensino e à extensão, garante a qualidade diferenciada do fazer acadêmico*. Assim, o ensino, a pesquisa e a extensão não são entendidos como objetivos ou funções da Universidade, mas como atividades indissociáveis por meio das quais a Universidade concretiza os seus objetivos últimos: produzir o conhecimento e torná-lo acessível. (UFSCAR, 2004, p.29, grifo nosso).

Zuin et al. (2009) entendem que o desafio da ambientalização não tange somente à ambientalização curricular, mas há sim uma demanda pela totalidade das práticas e políticas acadêmicas de ensino, pesquisa, extensão e gestão e ao analisar como a questão ambiental é incorporada nas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” (BRASIL, 2001) os autores observaram que ela é incorporada como uma problemática desconectada da sociedade e a solução destes problemas se dará por meio do progresso científico e tecnológico. Porém, ao realizarmos uma reflexão mais profunda e sustentada em pressupostos epistemológicos que englobam valores sociais para a construção de uma sociedade justa e sustentável, ao olharmos para a temática da ambientalização curricular, podemos observar indícios das maneiras como tal temática é inserida nesses documentos nacionais, ou naqueles pertencentes à instituição, e compreendê-los como objetos que foram elaborados e podem sofrer novas elaborações, como por exemplo, a recente reformulação do curso de Licenciatura em Química para os ingressantes no ano de 2017 no

campus São Carlos. A reformulação (UFSCAR, 2016) apresenta aspectos relacionados à ambientalização curricular, os quais assinalamos:

I) Podemos observar a presença de disciplinas, como por exemplo, “História da Química”, “Filosofia”, “Lógica”, “Leitura e Produção de Texto”, em que os conceitos são apresentados como uma construção histórica e relacionados com questões atuais e implicações ambientais, sociais, tecnológicas e econômicas;

II) O oferecimento de disciplina como “Experimentação na Educação Química” apresenta a oportunidade de os discentes compreenderem as relações entre as teorias e suas evidências experimentais e a fundamentarem propostas experimentais na filosofia da QV;

III) As atividades nas disciplinas caracterizadas como componente curricular e as atividades desenvolvidas nos estágios possibilitam a elaboração de conhecimentos para a futura docência, e tais aspectos estão presentes nas seguintes disciplinas: “Didática Geral”; “Educação e Sociedade”; “Estágio Supervisionado A”; “Estágio Supervisionado B”; “Estágio Supervisionado C”; “Estrutura e Funcionamento da Educação Básica”; “Libras”; “Introdução à Língua Brasileira de Sinais”; “Metodologia do Ensino de Química”; “Orientação para a Prática Profissional A”; “Orientação para a Prática Profissional B”; “Orientação para a Prática Profissional C”; “Pesquisa Educacional em Química”; “Psicologia da Educação 1–Aprendizagem” e “Psicologia do Desenvolvimento”.

Levantamos estes aspectos, pois, de acordo com Guerra e Figueiredo (2014), a “ambientalização curricular compreende a inserção de conhecimentos, de critérios e de valores sociais, éticos, estéticos e ambientais nos estudos e currículos universitários, no sentido de educar para a sustentabilidade socioambiental”. (p. 111). Logo, um currículo nesses pressupostos deve expressar por meio do PPC, das ementas e dos documentos orientadores com vistas à educação socioambiental, valores que permitam compreender a atuação do ser humano no ambiente.

A temática da ambientalização é um objeto de investigação (FREITAS et al., 2003; ZUIN et al., 2009; ZUIN, 2011b; VIEIRA, 2015). Uma de suas gêneses está associada à “Rede de Ambientalização Curricular do Ensino Superior” (ACES), constituída em 2002 e formada por 11 universidades, composta por cinco instituições europeias e seis latinoamericanas, das quais três eram brasileiras - UNESP, UNICAMP e UFSCar.

As produções desse grupo tornaram-se referência para a ambientalização em universidades (GUERRA; FIGUEIREDO, 2014). No projeto da rede ACES foram estabelecidas metodologias para a análise do grau de ambientalização, que incluíam 10 eixos,

de acordo com Junyent, Geli e Arbat<sup>11</sup> (2003, p. 22), citados por Guerra e Figueiredo (2014), sendo eles:

1. Compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza; 2. Complexidade; 3. Ordem disciplinar (flexibilidade e permeabilidade); 4. Contextualização local e global; 5. Consideração do sujeito na construção do conhecimento; 6. Consideração aos aspectos cognitivos e afetivos das pessoas; 7. Coerência e reconstrução entre teoria e prática; 8. Orientação de cenários alternativos; 9. Adequação metodológica; e 10. Espaços de reflexão e participação democrática. (p. 113).

Desse modo, procuramos identificar indícios<sup>12</sup> (Tabela 6) das dez características estabelecidas pela rede ACES nas ementas das novas disciplinas que passaram a compor a matriz curricular do curso de Licenciatura em Química no campus São Carlos, elaborada no ano de 2014 para início com a turma ingressante em 2015 e a elaborada em 2016 para a turma ingressante em 2017.

Tabela 6 – Disciplinas obrigatórias com incidência em ambientalização curricular do plano pedagógico vigente a partir de 2004 do curso de Licenciatura em Química da UFSCar campus São Carlos

(continua)

<b>Matriz curricular 2004</b>		
<b>Semestre</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Características principais</b>
<b>1</b>	Técnicas Básicas em Química	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
<b>2</b>	Educação e sociedade	Espaços de reflexão e participação democrática e compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza
<b>3</b>	Biologia Geral II	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
<b>3</b>	História da Química	Considerar o sujeito na construção do conhecimento
<b>4</b>	Pesquisa Educacional em Química	Contextualização local-global-local e global-local-global e adequação metodológica
<b>5</b>	Química Experimental dos elementos	Compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza

<sup>11</sup>JUNYENT, M.; GELI, A.; ARBAT, E. Características de La ambientalización curricular: Modelo ACES. In: JUNYENT, M.; GELI, A.; ARBAT, E. (Orgs.). Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. Proceso de Caracterización de La Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores. Girona: Universitat de Girona – Red ACES, 2003. v. 2, p. 15-32.

<sup>12</sup>Zuin et al. (2009) realizaram essa análise para a matriz vigente a partir de 2004 do então novo curso de Licenciatura em Química, a Tabela 6 - Disciplinas obrigatórias com incidência em ambientalização curricular do plano pedagógico vigente a partir de 2004 do curso de Licenciatura em Química da UFSCar campus São Carlos, aqui apresentada, foi adaptada a partir dessas autoras.

Tabela 6 – Disciplinas obrigatórias com incidência em ambientalização curricular do plano pedagógico vigente a partir de 2004 do curso de Licenciatura em Química da UFSCar campus São Carlos

(continuação)

6	Psicologia da Educação - aprendizagem	Considerar os aspectos cognitivos e afetivos das pessoas
6	Química Orgânica Experimental	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
6	Estrutura e Funcionamento da Educação Básica	Complexidade e Compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza
7	Experimentação para o Ensino de Química 1	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
7	Físico-Química Experimental A	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
8	Introdução à Química Ambiental	Compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza
8	Mineralogia Aplicada	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
<b>Novas disciplinas - Matriz curricular 2015</b>		
3	Equilíbrio Químico: Fundamentos e Aplicações em Química Analítica	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
5	Química de Coordenação	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
6	Metodologia do Ensino Química	Espaços de reflexão e participação democrática e compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza
6	Introdução à Química Verde	Complexidade e compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza
7	Química das Biomoléculas 1	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
7	Experimentação na Educação Química	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
8	Físico-Química C	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
8	Estágio Supervisionado em Ensino de Química A	Complexidade, compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza e Consideração do sujeito na construção do conhecimento
8	Orientação para Prática Profissional A	Complexidade e compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza
9	Princípios de Química Instrumental	Coerência e reconstrução entre teoria e prática
9	Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química	Complexidade e compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza

Tabela 6 – Disciplinas obrigatórias com incidência em ambientalização curricular do plano pedagógico vigente a partir de 2004 do curso de Licenciatura em Química da UFSCar campus São Carlos

(conclusão)

9	Estágio Supervisionado em Ensino de Química B	Complexidade, compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza e consideração do sujeito na construção do conhecimento
9	Orientação para Prática Profissional B	Complexidade, compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza e consideração do sujeito na construção do conhecimento
10	Estágio Supervisionado em Ensino de Química C	Complexidade, compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza e consideração do sujeito na construção do conhecimento
10	Orientação para Prática Profissional C	Complexidade, compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza e consideração do sujeito na construção do conhecimento
<b>Novas disciplinas - Matriz curricular 2017</b>		
9	Didáticas e educação das relações étnico-raciais	Espaços de reflexão e participação democrática e compromisso para a transformação das relações sociedade-natureza

Fonte: adaptada de Zuin (2009).

Podemos observar que a característica principal presente em tais disciplinas com incidência em ambientalização para a PPC vigente a partir de 2004 foi a “Coerência e reconstrução entre teoria e prática” e, ao observarmos as disciplinas, o enfoque presente nessa característica foi a presença da experimentação. Em maior número são as disciplinas experimentais que adotam o compromisso de reconstruir significados e apresentam pressupostos epistemológicos que sustentam a relação entre a teoria e a prática, tais pressupostos direcionam para uma visão mais abrangente da experimentação no Ensino de Química. Por exemplo, a disciplina “Química de Coordenação” apresenta em sua descrição: “3. Identificar os elementos, íons e substâncias químicas de metais de transição, que possam de algum modo, *contribuir ou afetar o ser humano e o meio ambiente.*” (UFSCAR, 2016, p. 120, grifo nosso), e também “*Desenvolvimento histórico da química de coordenação.*” (UFSCAR, 2016, p. 121, grifo nosso).

Para essa característica “Coerência e reconstrução entre teoria e prática” também foi apresentado o enfoque da transversalidade em disciplinas que objetivam relacionar a química a outros campos das ciências naturais, como a biologia e a mineralogia. A própria disciplina

“Mineralogia Aplicada” busca “Levar o aluno a: 1. Relacionar a Mineralogia com outras Ciências”. (UFSCAR, 2016, p. 125). Conforme é citado no PPC:

*A organização curricular do curso de Licenciatura em Química possibilita que as temáticas - Educação Ambiental, Direitos Humanos e História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena -, possam ser tratadas, de modo transversal ou em conteúdo específico, no âmbito de alguns componentes curriculares obrigatórios e/ou optativos, bem como em atividades complementares. (UFSCAR, 2016, p. 40, grifo nosso).*

A disciplina obrigatória intitulada “Didáticas e educação das relações étnico-raciais” e as disciplinas eletivas como “Escola e Diversidade: relações étnico-raciais”, “Sociologia das Diferenças” e “Sociologia das Relações Raciais” possibilitam que tais temas sejam tratados como conteúdos específicos, porém, também podem ser tratados de modo transversal.

Alguns aspectos levantados por Zuin et al. (2009) quando analisaram algumas características relevantes estabelecidas por pesquisadores da rede ACES nas ementas das disciplinas na matriz curricular de 2004, de modo geral, foram:

1. desde o primeiro ano do curso verifica-se a presença de disciplinas com incidência na perspectiva de ambientalização curricular (AC) – por exemplo, disciplinas como “Técnicas Básicas em Química” e “História da Química”;
2. há disciplinas optativas que se inserem no contexto de AC (por exemplo, a disciplina “Ensino e Pesquisa em Educação Ambiental”);
3. as disciplinas que envolvem o planejamento/desenvolvimento de projetos aparecem no novo currículo (e.g., “Pesquisa Educacional em Química”);
4. há uma evolução quanto ao número de disciplinas em relação ao plano pedagógico anterior no que respeita a ocorrência em AC. (p. 562).

O PPC do curso de Licenciatura em Química do campus de São Carlos passou por uma reformulação para os alunos ingressantes em 2015. Podemos observar que entre o último PPC de 2004, bem como sua reformulação em 2015, novos documentos foram elaborados, como o PDI em 2004 e “O perfil do profissional a ser formado pela UFSCar” em 2008, ou seja, novos comprometimentos foram objetivados pela UFSCar em um movimento que emergiu do interior do curso conforme podemos observar:

A Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, comprometida com os objetivos dessa universidade, tem procurado fazer a sua parte, oferecendo um curso de Licenciatura em Química coadunado às mais recentes diretrizes curriculares nacionais e referenciais teóricos e metodológicos no campo de formação de professores, objetivando também contribuir para a melhoria da educação básica. Assim, a proposta de reformulação do Projeto Pedagógico surgiu a partir de debates nas plenárias no Departamento de Química, com a

participação de grande parte dos docentes do Departamento. Foi de consenso que o curso carecia de um maior aprofundamento, principalmente em algumas áreas, e de disciplinas que abordassem aspectos modernos do ensino. (UFSCAR, 2014, p. 70).

Na Tabela 6 foram analisadas as disciplinas que já apresentavam incidência de ambientalização curricular e também as novas disciplinas inseridas com a reformulação do PPC, que teve seu início com a turma ingressante no ano de 2015, e também a nova matriz de 2017. Algumas alterações estão relacionadas com o número de créditos, com o semestre em qual a disciplina foi oferecida ou na sua ementa.

Podemos observar na Tabela 6 que ocorreu um aumento na presença de disciplinas que apresentam características que compreendem a complexidade, as relações entre sociedade e natureza e o sujeito na construção do conhecimento. Tal observação nos remete a refletir sobre os desafios de se estabelecer relações entre as disciplinas que compõem um curso de formação de professores de Química e a sua futura atuação profissional.

Ao olharmos para a reformulação do curso de licenciatura no ano de 2015, há momentos para que discussões que perpassam por exames críticos acerca da sua futura atuação profissional e a possibilidade de vivência da realidade escolar em escolas públicas, principalmente do Ensino Médio, as disciplinas que ressaltam tais objetivos são os estágios supervisionados, as orientações para a prática profissional e as experimentais.

A proposta de reformulação curricular do PPC surgiu a partir de debates nas plenárias no DQ, com a participação de grande parte dos docentes e “foi de consenso que o curso carecia de um maior aprofundamento, principalmente em algumas áreas, e de disciplinas que abordassem *aspectos modernos* do ensino.” (UFSCAR, 2014, p. 70, grifo nosso). Tal recomendação é ressaltada também nas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena.” (2001) diante da realidade atual, coadunando às inovações tecnocientíficas:

Os currículos vigentes estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo dos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com "conhecimentos" já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão. (BRASIL, 2001, p. 2).

Tais aspectos modernos apontados pelo PPC e associados à necessidade de compreensões atuais sobre a epistemologia do conhecimento científico podem estar relacionados com a ambientalização da formação, em que a transversalidade é indispensável,

ou seja, ao observarmos o PPC reformulado em comparação ao PPC anterior, que foi iniciado no ano de 2004, houve um período de mudanças sociais, econômicas, metodológicas, epistemológicas, etc. e as disciplinas pedagógicas ou aquelas relacionadas aos conceitos do campo da Química (Analítica, Orgânica, Inorgânica ou Físico-Química) foram modificadas perante esse novo cenário tecnológico, cultural e histórico.

Desse modo, observamos que o currículo está inserido em contextos, e a pluralidade em que estes estão inscritos na formação do licenciando em Química sustenta a necessária contextualização dos conteúdos, da transversalidade e de questões sociais e éticas, aspectos ligados intimamente com a EQV e inseridos no contexto maior da sustentabilidade.

#### 4.1.1 EXPERIMENTAÇÃO VERDE

A partir da leitura dos documentos que orientam o curso de Licenciatura em Química da UFSCar de São Carlos, tecemos reflexões acerca das aproximações e distanciamentos das compreensões acerca da experimentação - presente nestes documentos - à QV. Para isso, primeiro analisamos como os documentos oficiais compreendem a experimentação e em seguida como ela está presente nas ementas das disciplinas experimentais. Observamos que um discurso recorrente é sobre resíduos e experimentação.

Ao analisarmos as “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” (BRASIL, 2001) percebemos que a experimentação nas aulas de química é apresentada como um recurso didático para o ensino de Química. Já no item “O perfil do profissional a ser formado na UFSCar” (UFSCAR, 2008), em um dos aspectos que definem o perfil do profissional, o “Empreender”, a habilidade “Aprender de forma autônoma e contínua” tem como uma de suas competências o “interagir com fontes diretas (observação e coleta de dados em situações *‘naturais’* e *‘experimentais’*).” (p. 5, grifo nosso).

O trecho citado apresenta compreensões acerca da experimentação. Entendemos que a diferença entre situações naturais e experimentais, compreende a experimentação como o momento de verificar uma verdade, em que, através do experimento - que pode sofrer modificações para fornecer os resultados mais condizentes com os esperados - possa ser comprovada uma determinada proposição, ou seja, o “comprovado cientificamente”, o que realça uma visão empírica da descoberta e a dicotomia entre teoria e prática.

Essa contribuição positivista em que a experimentação é compreendida como um fim em si mesma é pautada na racionalização de procedimentos e na proposição de metodologias científicas, em que ela parece ainda ocupar

(...) um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência. Ocorreu naquele período uma ruptura com as práticas de investigação vigentes, que consideravam ainda uma estreita relação da natureza e do homem com o divino, e que estavam fortemente impregnadas pelo senso comum. A experimentação ocupou um lugar privilegiado na proposição de uma metodologia científica, que se pautava pela racionalização de procedimentos, tendo assimilado formas de pensamento características, como a indução e a dedução. (GIORDAN, 1999, p. 44).

A tese positivista desconsidera que a Ciência é um empreendimento e produto da história e objetiva a matematização e a instrumentalização do mundo. Essa concepção reflete em atividades experimentais sem considerar os seus contextos histórico, social e econômico. Se nas “Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química, bacharelado e licenciatura plena” (BRASIL, 2001) a experimentação é compreendida como um recurso didático para o ensino de Química, no item “O perfil do profissional a ser formado na UFSCar”, as “situações experimentais” são criadas para validar uma teoria, comprovando os fatos com leis de causa e efeito, eliminando a realidade em que estão presentes as contradições.

Porém, no “Projeto Pedagógico” do curso de Licenciatura em Química do campus São Carlos, é entendida a elaboração do conhecimento como socialmente construído como podemos observar:

A ciência reflete as visões de uma época, daí a importância do aprendizado da história da ciência e filosofia da ciência no sentido de *construído o conhecimento* bem como para melhor compreensão da natureza do conhecimento científico. (UFSCar, 2016, p. 14, grifo nosso).

Assim, podemos observar a existência de discursos opostos sobre a experimentação nestes documentos, ainda instrumentalizados, quando é apresentado o caráter utilitarista para “comprovar cientificamente” algum fenômeno, e outro que compreende que os conceitos estão situados em um momento histórico:

(...) ao analisar o papel da experimentação na formação de professores de Química, de maneira a possibilitar aos (às) licenciandos (as) compreender os pressupostos epistemológicos e metodológicos que baseiam as atividades experimentais no ensino de Química na contemporaneidade, em especial por meio da discussão acerca das idéias de motivação; da infra-estrutura necessária para o desenvolvimento de experimentos; da *geração de resíduos*; da relação intrínseca teoria-prática; bem como das características dos conteúdos ensinados por meio da experimentação. (UFSCAR, 2016, p. 15, grifo nosso).

A partir do exposto acima podemos assinalar algumas características dos conteúdos presentes na matriz do curso de Licenciatura em Química que têm ligação com a experimentação, os quais possibilitam compreensões acerca dos pressupostos epistemológicos e metodológicos de uma experimentação que tenha ou não, em sua base, a filosofia da QV.

O conteúdo “geração de resíduos” expressa uma preocupação com as questões ambientais como podemos observar na citação acima. Essa atenção para com tais questões ocupa espaço no campo da Química, inclusive em pesquisas sobre formação de professores.

A temática ambiental, ao se inserir em cursos de formação de professores de Química, possibilita aos licenciandos em Química uma formação com vistas à sustentabilidade socioambiental e, apoiada na filosofia da QV, entende que esta “formação voltada à sustentabilidade socioambiental deve enfrentar o recalque, recuperar o caráter histórico de toda e qualquer produção social e não se limitar à lógica da racionalidade instrumental.” (ZUIN, 2011, p. 163). Em nossas análises observamos que há a presença destas compreensões históricas e da Ciência/Química como um empreendimento, na matriz do curso de Licenciatura em Química no campus São Carlos. Por exemplo, a inserção das disciplinas “Introdução à Química Verde” e “Experimentação na Educação Química”, com a reformulação do curso de Licenciatura em Química em 2015.

Com vistas à caracterização da reformulação curricular do curso é proposto pelo PPC (UFSCAR, 2016):

b) O oferecimento de aulas práticas possibilita o desenvolvimento de habilidades de investigação em pesquisa química. Estas disciplinas oferecem ainda ao (à) aluno (a) uma oportunidade de melhor compreender as relações entre os modelos teóricos e suas evidências experimentais, ou seja, a disciplina Experimentação na Educação Química tratará de conhecimento de importância fundamental em processos de ensino-aprendizagem da ciência Química. (p. 60).

A matriz curricular do curso de Licenciatura em Química em São Carlos passou por alterações (UFSCAR, 2016), dentre elas a inserção de disciplinas pertencentes à área da

Química que têm maior aproximação com temas relacionados à QV e à experimentação, sendo elas: “Introdução à Química Verde” e “Experimentação na Educação Química”. Observamos que os conteúdos de tais disciplinas têm como perspectiva abordar o conhecimento da Química e da Educação Química como inseridos no mundo social, econômico e cultural.

Por exemplo, a disciplina “Introdução à Química Verde” objetiva: “2. Apresentar ao estudante o *contexto histórico* do desenvolvimento da Química Verde.” (UFSCar, 2016, p. 113, grifo nosso); e para a disciplina “Experimentação na Educação Química” é proposto: “1. Fomentar a reflexão do licenciando sobre as *concepções pedagógicas e epistemológicas* relacionadas à experimentação na Educação Química *ao longo da história*.” (UFSCar, 2016, p. 122, grifo nosso). Entendemos que a presença destes momentos para reflexão epistemológica, metodológica e pedagógica possibilitam que os estudantes reflitam acerca do movimento histórico em que o conceito químico foi e está sendo elaborado. Porém, estas ações pedem uma aproximação e postura dos licenciandos e dos professores, diferentes daquelas em que os alunos são receptores passivos de conteúdos desconectados de seus contextos históricos, para que estes momentos possam se converter em experiência formativa, em que:

O núcleo desta experiência reside na *compreensão do presente como histórico* e na recusa de um curso pré-traçado para a história, atribuindo-lhe um sentido emancipatório construído a partir da elaboração de um passado, que parece fixado e determinado apenas como garantia de sua continuidade, cujo curso precisa ser rompido em suas condições sociais e objetivas. (MAAR, 1995, p. 12, grifo nosso).

A “compreensão do presente como histórico” tem maior aproximação com a EQV, e a experimentação com essas preocupações e objetivos iremos denominar de “experimentação verde”.

Uma experimentação verde busca na abordagem CTSA trazer para as práticas experimentais os aspectos históricos da produção do conhecimento e aproximar os estudantes à filosofia da QV por meio de seus princípios, por exemplo, da prevenção e minimização da geração de produtos principais, coprodutos e resíduos, uso de materiais perigosos, emprego de reagentes de fontes renováveis e de fácil degradação e a redução do consumo de energia.

Ao analisarmos as ementas das 7 disciplinas experimentais que compõem a matriz curricular do curso de Licenciatura em Química em São Carlos, observamos alguns

discursos/compreensões recorrentes, os quais se encontram nos seguintes trechos (UFSCAR, 2016):

Levantamento e análise de dados experimentais (erros percentuais e Algarismos significativos). *Comprovação experimental* de conceitos básicos de Química. Preparação e padronização de soluções. (p. 85, grifo nosso).

1. Identificar e manusear equipamentos de um laboratório de química orgânica. 2. *Reconhecer a conexão prática e teórica* em química orgânica. (p. 112, grifo nosso).

Como já discutido, estes discursos estavam presentes nos documentos e agora também estão presentes nas ementas das disciplinas experimentais. Entendemos que os termos grifados acima são indícios de concepções sobre a experimentação como uma atividade prática para a comprovação de uma teoria. O caráter instrumentalizado atribuído a ela é marca de um método cartesiano, o que se distancia da filosofia da QV. Já em outro trecho de uma ementa (UFSCAR, 2016): “1. Fomentar a reflexão do licenciando sobre as *concepções pedagógicas e epistemológicas* relacionadas à experimentação na Educação Química ao longo da história.” (p. 122, grifo nosso), observamos que possibilitar momentos para a reflexão sobre as questões epistemológicas relacionadas à experimentação possui maior aproximação com a experimentação verde.

Outro discurso presente e recorrente nas ementas das disciplinas experimentais estudadas é caracterizado pela preocupação com o tratamento e o descarte de resíduos gerados nas atividades experimentais, conforme podemos observar nos seguintes trechos presentes nas descrições das disciplinas experimentais analisadas:

(...) 10. *Conhecer e utilizar os procedimentos de descarte de resíduos químicos; tratar os resíduos químicos* gerados no Laboratório de Química Geral. 11. Redigir um relatório científico; discutir e avaliar (com base nos erros experimentais) os resultados obtidos, respeitando as regras dos Algarismos significativos. (UFSCAR, 2016, p. 85, grifo nosso).

(...) preparação de substâncias químicas e métodos para caracterizá-las. *Procedimentos de descarte e tratamentos dos resíduos de Laboratórios de Química*. (UFSCAR, 2016, p. 85, grifo nosso).

(...) 4. Preparar substâncias químicas inorgânicas que possam, de algum modo, *prejudicar o meio ambiente e propor metodologia adequada para tratamento e o descarte de resíduos*. (UFSCAR, 2016, p. 101, grifo nosso).

(...) cinética de Reações em Solução: determinação de ordem, constante de velocidade e energia de ativação de diferentes reações. Catálise. *Procedimentos de descarte e tratamentos de resíduo do Laboratório de Físico-Química*. (UFSCAR, 2016, p. 119, grifo nosso).

Desse modo, a gestão e o tratamento de resíduos é uma preocupação recorrente nas disciplinas experimentais, e pode-se concluir que a concepção da dimensão ambiental presente no PPC se apresenta como:

A inserção da dimensão ambiental no processo de formação inicial de professores de Química permite ao (à) licenciando (a) entender as distintas concepções relativas às questões ambientais, que partem desde estudo de conceitos ligados ao ambiente físico, as normas de segurança, a utilização adequada de materiais e reagentes, *a gestão e tratamento de resíduos químicos*, o desenvolvimento de produtos e processos ambientalmente corretos, a Química Verde, até a própria Educação Ambiental (...) (UFSCAR, 2016, p. 15, grifo nosso).

Assim, as questões ambientais estão relacionadas com outros conceitos como: a utilização adequada de materiais e reagentes que não impactem o ambiente, as normas de segurança na realização das atividades experimentais, a gestão e o tratamento de resíduos gerados nas atividades experimentais, em que tais ações são expressões da atuação do ser humano sobre o ambiente. Podendo esta relação resultar em efeitos deletérios para ambos, a presença da dimensão ambiental no processo de formação inicial de professores de Química possibilita que esta atuação possa ser feita de modo refletido e comprometido com o bem-estar do ambiente.

A experimentação é uma atividade de ensino e aprendizagem realizada dentro de um laboratório de ensino e os efeitos para além do laboratório podem ser apresentados e discutidos. Pensamos que tais discussões sobre o tratamento e descarte de resíduos não aconteçam de modo reduzido, como um tópico ao final do experimento, e realizadas sem os questionamentos que cabem nesse momento formativo. Como é advertido por Gonçalves (2009):

Tratar os resíduos, portanto, é uma atividade educativa e não um trabalho técnico alheio à sala de aula. Contudo, o tratamento de resíduos, na qualidade de medida saneadora, possui limitações, pois segue predominante a ideia de resolver um problema inevitável criado pela ação humana. (p. 66).

Ao analisarmos as ementas das disciplinas experimentais nos parece que as questões sobre o tratamento e descarte de resíduos são apresentadas como um procedimento para remediação, o que se distancia de uma experimentação verde.

A filosofia da QV tem na prevenção uma de suas proposições e podemos observar nos princípios da QV e nos PEQV a preocupação com a minimização na geração de resíduos. A presença de atividades que objetivam a remediação pode indicar a ausência de outro comprometimento mais condizente, com vistas à sustentabilidade socioambiental, que é o caminho da prevenção.

A ausência do discurso acerca da prevenção da geração de resíduos é recorrente na maior parte das ementas das disciplinas experimentais analisadas, porém, de modo menos expressivo, outros discursos estão sendo construídos sobre a minimização e a eliminação dos resíduos, e têm uma maior aproximação com a experimentação verde, como no trecho a seguir:

(...) aspectos da experimentação na Educação Química: abordagens teóricas e metodológicas. *Seleção e planejamento de experimentos didáticos, considerando os princípios gerais de segurança, bem como a eliminação, minimização e descarte de resíduos (Química Verde)*. (UFSCAR, 2016, p. 122, grifo nosso).

São estes discursos em que há maior aproximação com a filosofia da QV que, ao serem inseridos na experimentação, podem possibilitar momentos de reflexão crítica acerca da não geração de resíduos, pois, quando estes e outros questionamentos são realizados, a inserção da filosofia da QV promove outras compreensões sobre a experimentação.

Em consonância com Silva e Machado (2008), ao fazermos uma experimentação consciente, o papel da experimentação na formação de professores, especialmente os de Química, “amplia o seu papel na formação de professores, que, além da problematização, possibilita discussões e questionamentos relacionados aos conceitos científicos e às questões ambientais.” (p. 246). Ainda em Silva e Machado (2008) é recomendado que

(...) na formação inicial do professor de Química, seja realizada uma abordagem de procedimentos de segurança, incluindo-se gerenciamento dos resíduos químicos, para que este docente possa planejar atividades de experimentação não deixando de lado o *princípio educativo desta prática*. *Isto pode ser concretizado por meio de disciplinas, inseridas no currículo e pertencentes a um eixo no qual a experimentação é concebida também como um instrumento de avaliação dos aspectos sociais, ambientais, políticos e éticos do “fazer” químico*. (p. 247, grifo nosso).

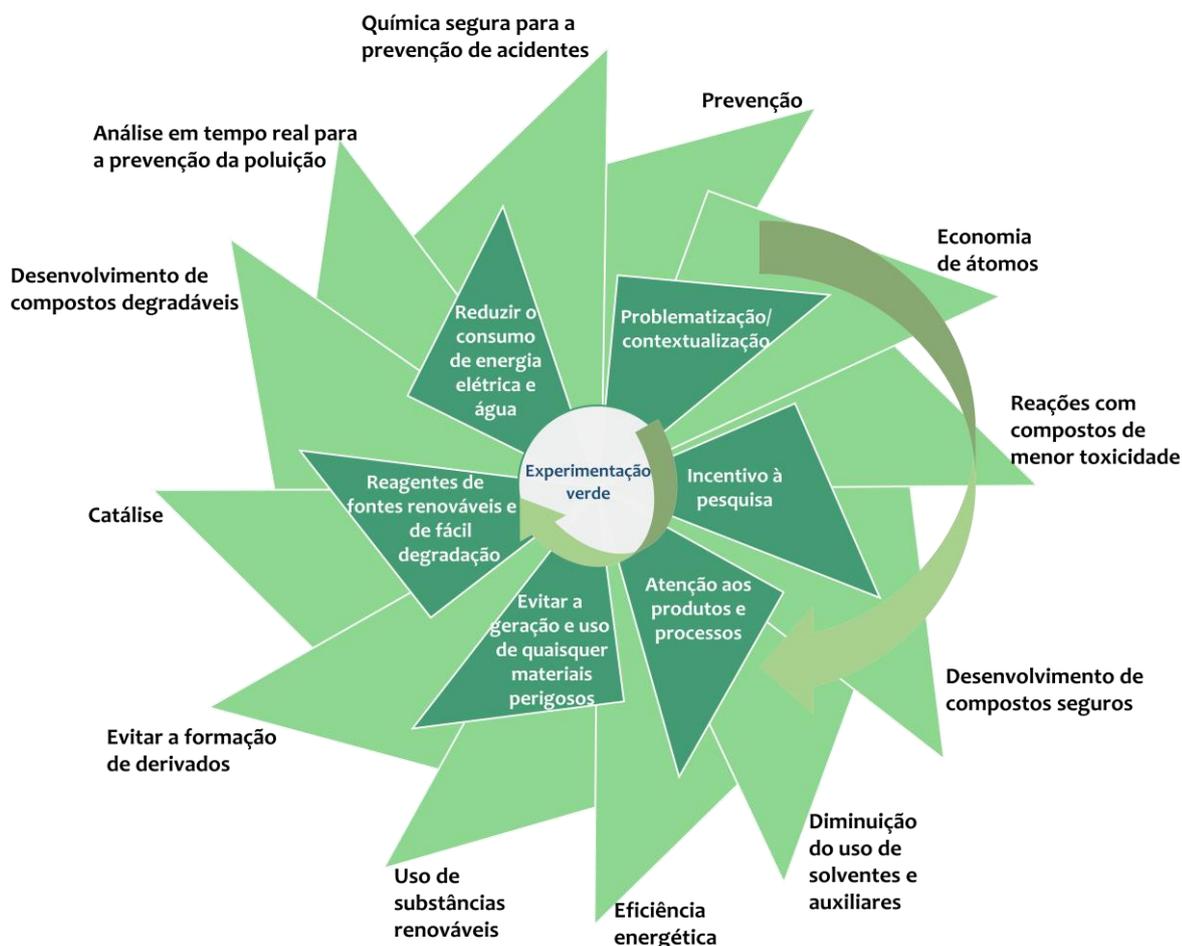
Desse modo, uma experimentação verde busca englobar os aspectos socioambientais e as relações com as esferas políticas e econômicas, e também com a ética ambiental. Zuin (2011), ao falar sobre as possibilidades de desconstrução e reconstrução da moralidade que a ética ambiental abre, aponta para a necessidade de:

Sair da esfera da culpabilidade para a da responsabilidade socioambiental significa conferir ao indivíduo ou ao seu grupo o protagonismo possível, particular e coletivo. Todos sabemos dos limites físicos do planeta, que não suporta o modelo atual de sobrevivência – com excessos de várias ordens, resultante de uma lógica essencialmente mercantilista. Nos últimos anos, muitos movimentos surgiram como contraponto à subordinação aparentemente indelével da produção e consumo predatórios. Dentre estes, no campo da Química, destaca-se a Química Verde. (p. 77-78).

A perspectiva CTSA considera as relações da produção da ciência com as esferas tecnológicas, sociais e ambientais à ética ambiental. A abertura dos roteiros experimentais e a atenção para os reagentes e os produtos gerados, a proposição de experimentos para ser realizados em temperatura ambiente, a reutilização dos produtos gerados, o desenvolvimento de novas rotas de síntese, a economia atômica, a preferência pelo uso de substâncias oriundas de fontes renováveis, ou seja, os princípios da QV e da EQV, podem possibilitar, na experimentação, discussões sobre a atuação do ser humano sobre o ambiente, diante do atual modo de produção, e de produzir processos formativos que pensem no bem coletivo.

Podemos observar na Figura 9 a associação dos princípios da QV e da EQV que podem possibilitar a ressignificação desses discursos, por vezes apresentados de modo pontual e sem reflexão, em direção a uma experimentação verde que pode estar presente nos processos formativos.

Figura 9 – Associação dos 12 princípios da QV e 6 princípios da EQV



Fonte: Adaptado de Anastas, Warner (1998); Saqueto (2015).

Um dos possíveis sentidos que pode ser atribuído para a Figura 9 – já que uma imagem pode ser lida de diversos modos (MORAES; GALIAZZI, 2011) – é demonstrar que os princípios da QV e os PEQV estão em movimento, os quais se complementam sem sobreposição ou hierarquia, fornecendo elementos para a proposição de experimentação verde. Ou seja, a Figura 9 pode sugerir o encaminhamento das propostas experimentais alinhadas à QV, com base na perspectiva CTSA. Por exemplo, ao analisarmos uma prática experimental que é realizada em uma disciplina experimental podemos observar se ela:

- Apresenta problematização/contextualização relevante?
- Diminui o uso de solventes e auxiliares?
- Evita a formação de derivados?
- Incentiva a pesquisa (graus de abertura)?

Assim, a filosofia da QV pode ser inserida na formação do licenciando em Química, especialmente em atividades experimentais que possam suscitar nos sujeitos valores e atitudes que tenham um modo de atuação preocupado com a sustentabilidade, desde que os conteúdos possam sensibilizar para uma formação socioambiental sustentável.

Portanto, os discursos que compreendem o presente como historicamente construído têm maior aproximação com a EQV e, quando estes aspectos históricos da produção do conhecimento e os princípios da QV estão presentes na experimentação, fornecem elementos para uma experimentação verde mais alinhada aos pressupostos contemporâneos alinhados à Educação. Nas disciplinas experimentais analisadas foi possível destacar algumas aproximações à QV como: fomentar a reflexão sobre as concepções pedagógicas e epistemológicas relacionadas à experimentação na Educação Química e a inserção da filosofia da QV na ementa de disciplina experimental, apontando para a eliminação, minimização e descarte de resíduos. Discursos que compreendem a experimentação como uma atividade prática para a comprovação de uma teoria e entendem o tratamento e o descarte de resíduos como um procedimento para remediação se distanciam da QV. A associação dos princípios da QV aos PEQV pode sugerir um direcionamento das propostas experimentais para uma experimentação verde.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como principal objetivo investigar de que maneira os princípios da Química Verde estão inseridos nas propostas de experimentação presentes nos documentos relativos ao curso de Licenciatura em Química da UFSCar do *campus* de São Carlos. A investigação mostrou que, tanto nos documentos oficiais nacionais, quanto nos documentos vinculados ao curso de Licenciatura em Química da UFSCar *campus* São Carlos há uma preocupação com a introdução da filosofia da QV e a inserção da dimensão ambiental no currículo deste curso, e que ambos podem corroborar para uma formação com vistas à sustentabilidade socioambiental. Nos documentos estudados há a presença de uma EQV, a qual compreende o ambiente como historicamente construído, e identificamos que nestes documentos existem elementos da abordagem CTSA, bem como aspectos formativos por ela potencializados.

Na universidade, por meio do PDI e do PPC, observou-se que há uma atenção para com os processos de sustentabilidade socioambiental para uma inter/multi/pluri/transdisciplinar, em um movimento para a atuação nos problemas socioambientais atuais.

Há uma aproximação dos conceitos da QV à experimentação, principalmente na disciplina “Experimentação na Educação Química”. Pudemos observar que houve um momento que emergiu do interior do curso de Licenciatura em Química, resultando em sua reformulação, reverberando no aumento de disciplinas com incidência de ambientalização, ou seja, ocorreu um aumento no número de disciplinas que apresentam características que compreendem a complexidade, as relações entre sociedade e natureza e o sujeito na construção do conhecimento, tendo como mote a dimensão interdisciplinar.

A compreensão sobre a experimentação presente nas diretrizes nacionais a coloca como um recurso didático para o ensino de Química. Nas ementas das disciplinas experimentais há posicionamentos positivistas sobre a experimentação, porém, no PPC é apresentado, em alguns momentos, que os conceitos são construídos e historicamente localizados. Observamos que em maior número encontram-se disciplinas experimentais que adotam o compromisso de reconstruir significados e apresentam pressupostos epistemológicos que sustentam a relação entre a teoria e a prática, tais pressupostos direcionam para uma visão mais abrangente da experimentação no Ensino de Química.

Ao analisarmos as ementas das 7 disciplinas experimentais, observamos que existem distanciamentos de algumas compreensões presentes referentes à experimentação verde como, por exemplo, o caráter instrumentalizado atribuído à experimentação. O conteúdo “tratamento e descarte de resíduos” é recorrente nas práticas experimentais e, de modo mais significativo, como uma atividade pontual e de remediação, a que se distancia de uma experimentação verde, ou seja, a presença de atividades que objetivam a remediação pode indicar a ausência de outro comprometimento mais condizente com vistas à sustentabilidade socioambiental, qual seja, o da prevenção.

Porém, de modo menos expressivo, outros discursos estão sendo construídos sobre a minimização e a eliminação dos resíduos, e têm uma maior aproximação com a experimentação verde. Uma atualização dos princípios da QV e os da EQV possibilita, de modo qualitativo, indicar elementos que podem certificar a prática experimental como sendo verde. Como se depreende a partir da categoria e subcategoria (Educação em Química Verde e Experimentação Verde) importa questionar quais as reais aproximações destas práticas com a filosofia da QV, ou seja, uma experimentação realmente verde.

Assim, para que estes questionamentos sejam realizados, é necessário que no interior do curso de Licenciatura em Química estas e outras discussões sobre as concepções e materializações existentes sobre a QV, o papel do formador de professores de Química, bem como o potencial e limitações das práticas propostas com tal enfoque sejam tencionadas, rumo a uma perspectiva emancipatória de Educação com vistas à sustentabilidade socioambiental.

## REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: theory and practice**. New York: Oxford University Press. 1998. 135 p.

ANASTAS, P. T.; ZIMMERMAN, J. B. Through the 12 principles green engineering. **Environmental Science & Technology**. v. 37, n. 5, p. 94A-101A, 2003.

ANDRÉ, M. E. A. **Estudo de caso em pesquisa e avaliação educacional**. Brasília: Liber. 2008. 70 p.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. 336 p.

BRASIL. Presidência da República. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de dezembro de 1996. Seção 1, p. 27833-27841. 1996.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de educação ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 28 de abril de 1999. Seção 1. p. 1-3. 1999.

\_\_\_\_\_. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, Ministério da Educação. Parecer CNC/CES 1.303/2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 dez. 2001, Seção 1, p. 25.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**. DF, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 31. Republicada por ter saído com incorreção do original no D.O.U. de 4 de março de 2002. Seção 1, p. 8. 2002a.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação. Resolução CNE/CP 2 de 19 de fevereiro de 2002. Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciaturas, de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 4 de março de 2002. Seção 1, p. 9. 2002b.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CES 8 de 11 de março de 2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de bacharelado e Licenciatura em Química. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 de março de 2002. Seção 1, p. 12. 2002c.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. Decreto 4.281 de 25 de junho de 2002. Dispões sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. Regulamente a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 26 maio 2002, p. 13, 2002d.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (Org.). **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 263 p.

COSTA, D. A. **Métricas de avaliação da química verde – aplicações no ensino secundário**. 2011. 332 p. Tese (Doutorado em Ensino e Divulgação das Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2011.

COLLINS, T. J. Introducing green chemistry in teaching and research. **Journal of Chemical Education**. v. 72, n. 11, p. 965-966, 1995.

CORREA, A. G.; ZUIN, V. G. Introdução à Química Verde. In: CORREA, A.; ZUIN, V. G. **Química Verde: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EDUFSCar, 2009, p. 9-22.

CARVALHO, E. A. Tecnociência e complexidade da vida. **São Paulo Perspectiva**. v. 14, n. 3, p. 26-31, 2000. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-88392000000300006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000300006)>. Acesso em: 10 set. 2017.

FREITAS, D.; OLIVEIRA, H. T.; COSTA, G. G.; KLEIN, P. Diagnóstico do grau de ambientalização curricular no ensino, pesquisa, extensão e gestão na Universidade Federal de São Carlos (Brasil). In: GELI, A. M.; JUNYENT, M.; SÁNCHEZ, S. (Eds.) **Diagnóstico de la Ambientalización Curricular de los Estudios Superiores**. Ambientalización curricular de los estudios superiores, v. 3. Girona: Universitat de Girona – Red ACES, 2003. p. 177-190.

FERNANDEZ, C.; PORTO, P. A.; CORIO, P.; MAXIMIANO, F. A. Química Ambiental e Química Verde no conjunto do conhecimento químico: concepções de alunos de graduação em Química da Universidade de São Paulo. **Educación Química**. v. 20, n. 4, p. 398-404, 2009.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. **Química Nova**, v.27, n.2, p.326-331, 2004.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de Química**. 2009. 234 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemática, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GONÇALVES, F.P.; MARQUES, C.A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Textos de Experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219-238, 2006. Disponível em:<[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID151/v11\\_n2\\_a2006.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID151/v11_n2_a2006.pdf)>. Acesso em:31 mai. 2017.

GONÇALVES, F.; MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes. **Química Nova**. v. 34, n. 5, p. 899-904, 2011.

GONÇALVES, F.; MARQUES, C. A. A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes – Parte II. **Química Nova**. v. 35, n. 4, p. 837-843, 2012.

GONÇALVES, F. **O texto da experimentação na educação em química**: discursos pedagógicos e epistemológicos. 2005. 168 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemática, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GOERGEN, P. Tecnociência, pensamento e formação na educação superior. **Avaliação**, v. 19, n. 3, p. 561-584, 2014. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772014000300003&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-40772014000300003&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 10 set. 2017.

GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L. Ambientalização curricular na Educação Superior: desafios e perspectivas. **Educar em Revista**, Curitiba, Edição Especial n. 3, p. 109-126, 2014.

LENARDÃO, E. J. “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.

RIBEIRO, M. G. T. C.; COSTA, D. A.; MACHADO, A. A. S. C. Uma métrica gráfica para avaliação holística da veracidade de reações laboratoriais – “Estrela Verde”. **Química Nova**. v. 33, n.3, p. 759-764, 2010.

LISBÔA, J. C. F. QNesc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova Na Escola**. v. 37, n. especial 2, p. 198-202, 2015.

LÔBO, S. F. O trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**. v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: abordagem qualitativa. São Paulo, EPU, 1986. 99 p.

MACEDO, E. Currículo: Política, Cultura e Poder. **Currículo sem Fronteiras**, v. 6, n. 2, p. 98-113, 2006.

MACENO, N. G.; GUIMARÃES, O. M. A inovação na Área de Educação Química. **Química Nova Na Escola**. v. 35, n. 1, p. 48-56, 2013.

MACHADO, A. S. C. Dos primeiros aos segundos doze princípios da química verde. **Química Nova**. v. 36, n. 6, p. 1250-1259, 2012.

MAAR, W. L. À guisa de introdução: Adorno e a experiência formativa. In: ADORNO, T. W. **Educação e Emancipação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995, p. 11-28.

MELO, M. R. **Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada as questões socioambientais na formação de professores de Química**. 2010. 191 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

- MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.191-211, 2003.
- MORAES, R; GALIAZZI, M. C. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. In: MORAES, R; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011, p. 11-46.
- OLIVEIRA JUNIOR, W. M. M.; GARGALLO, J. B.; AMORIM, A. C. R.; ARBAT, E. As 10 características em um diagrama circular. In: JUNYENT, M.; GELI, A. M.; ARBAT, E. (Eds.). **Ambientalización Curricular de losEstudios Superiores: aspectos Ambientales de les universidades. 2: proceso de caracterización de laAmbientalización Curricular de losEstudiosUniversión Curricular de losEstudiosUniversin Curricular de losEstudiosUniversitarios**. Girona: Universitat de Girona, v. 2, p. 35-55, 2003.
- PINTO, A. C.; ZUCCO, C.; ANDRADE, J. B.; VIEIRA, P. C. Recursos humanos para novos cenários. **Química Nova**. v. 32, n. 3, p. 567-570, 2009.
- REIS, P. Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula. **Interacções**. n. 4, 64-107, 2006. Disponível em: <<http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/321/277>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- REZENDE, C. M. Ano internacional da Química. **Química Nova**. v. 34, n. 1, p. 3-4, 2011.
- ROLOFF, F. B. **A Circulação de conhecimento em Química Verde em teses e dissertações: implicações ao ensino e à formação de professores de Química**.2016. 346 p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.
- SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.
- SAQUETO, K. C. **Química verde no ensino superior de química: estudo de caso sobre as práticas vigentes em uma IES paulista**. 2015. 266 p. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.
- SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no Ensino Médio de Química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso. **Ciência & Educação**. v. 14, n. 2, p. 233-249, 2008.
- SOUZA, F. F. **Construção e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem voltado à Educação em Ciências, Química Verde e Sustentabilidade Socioambiental**. 2013. 101 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.
- SOUSA-AGUIAR, E. F. et al. Química Verde: a evolução de um conceito. **Química Nova**. v. 37, n. 7, p. 1257-1261, 2014.
- SCHNETZLER, R. P. Pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. **Química Nova**, v. 25, Suplemento 1, p. 14-24, 2002.

SILVA, R.R.; MACHADO, P.F.L.; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: SANTOS, W.L.; MALDANER, O. A. (Org.) **Ensino de Química em foco**. 1 ed. Ijuí: Unijuí, 2010. p.231-261.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Plano de Desenvolvimento Institucional**. São Carlos: UFSCar, 2004. 49 p.

\_\_\_\_\_. **Perfil do profissional a ser formado na UFSCar**. 2ª ed. São Carlos: Pró-Reitoria de graduação/UFSCar, 2008. 24 p.

\_\_\_\_\_. **Projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Química**. São Carlos: UFSCar, 2014. 157 p.

\_\_\_\_\_. **Projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Química**. São Carlos: UFSCar, 2016. 156 p.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W. A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 25, n. 1, p. 31-39, 2006.

VIEIRA, M. S. **Ambientalização universitária**: o olhar dos estudantes da UFSCar para as questões ambientais. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

WINTERTON, N. Twelve more green chemistry principles. **Green Chemistry**. v. 3, p. G73-G75, 2001.

ZANDONAI, D. P. **A inserção da química verde no curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar**: um estudo de caso. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado profissional) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

ZUIN, V. G. **A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2011b. 179 p.

\_\_\_\_\_. Tecnologia, cultura e educação em perspectiva interdisciplinar para enfrentamentos de desafios contemporâneos. In: PHILIPPI JUNIOR, A.; FERNANDES, V. **Práticas de interdisciplinaridade no ensino e pesquisa**. Barueri: Manole, 2015, p. 449-469.

\_\_\_\_\_; BERTOLIN, R. V.; FALCAO, P. T. S. Experimentação para o Ensino de Química: relato de uma experiência de licenciandos voltada às atividades práticas na Educação Básica. In: XXXIV RASBQ, 2011, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: SBQ, 2011a. Disponível em: < <http://sec.s bq.org.br/cdrom/34ra/resumos/T2255-2.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2017.

\_\_\_\_\_; FARIAS, C. R.; FREITAS, D. A ambientalização curricular na formação inicial de professores de Química: considerações sobre uma experiência brasileira. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 552-570. 2009. Disponível em: < [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART10\\_Vol8\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART10_Vol8_N2.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

\_\_\_\_\_; ZUIN, A. A. S. O laboratório de química como *locus* de experiência formativas.  
**Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 19, p. 1-16, 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – LEVANTAMENTO SOBRE EQV E QV

PHANCHAIYA, SONTI; PANIPAN, BHINYO; RAJVIROONGIT, SHULEEWAN; WRIGHT, TONY; BLANCHFIELD, J. A Facile Solvent-Free Cannizzaro Reaction. An Instructional Model for Introductory Organic Chemistry Laboratory (Supplement). **Journal of Chemical Education**, v. 86, n. 1, p. 85–86, 2009.

HOOPER, M. M.; DE BOEF, B. A green multicomponent reaction for the organic chemistry laboratory: The aqueous passerini reaction. **Journal of Chemical Education**, v. 86, n. 9, p. 1077–1079, 2009.

SALMAN ASHRAF, S.; RAUF, M. a.; ABDULLAH, F. H. A hands-on approach to teaching environmental awareness and pollutant remediation to undergraduate chemistry students. **Research in Science & Technological Education**, v. 30, n. January 2015, p. 173–184, 2012.

ZANDONAI, D. P. **A inserção da química verde no curso de Licenciatura em Química do dq-ufscar: um estudo de caso**. 2013.

2013. LAZARSKI, K. E.; RICH, A. A.; MASCARENHAS, C. M. A One-Pot, Asymmetric Robinson Annulation in the Organic Chemistry Majors Laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 11, p. 1531, 2008. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed085p1531>>.

BARCENA, H.; CHEN, P. An Anesthetic Drug Demonstration and an Introductory Antioxidant Activity Experiment with “eugene, the Sleepy Fish”. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 1, p. 202–205, 2016.

OWENS, J. E.; ZIMMERMAN, L. B.; GARDNER, M. A.; LOWE, L. E. Analysis of Whiskey by Dispersive Liquid-Liquid Microextraction Coupled with Gas Chromatography/Mass Spectrometry: An Upper Division Analytical Chemistry Experiment Guided by Green Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 1, p. 186–192, 2016.

REYES-SÁNCHEZ, L. B. Aporte de la química verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable. **Educacion Química**, v. 23, n. 2, p. 222–229, 2012.

GOUVÊA, M. M.; LIMA, G. S.; SILVA NETO, A. A.; PEREIRA NETTO, A. D.; MARQUES, F. F. de C. Application of ultraviolet radiation as a contribution to green chemistry and construction of an alternative and low-cost photochemical reactor for pre-treatment of samples. **Química Nova**, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422014000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422014000200023&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>.

CORTES JUNIOR, L. P. **As representações sociais de “química ambiental”: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química**. 2008.

GOES, L. F. de; LEAL, S. H.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química.

**Educación Química**, v. 24, n. 1, p. 113–123, 2013. GÓMEZ-BIAGI, R. F.; DICKS, A. P. Assessing Process Mass Intensity and Waste via an aza-Baylis-Hillman Reaction. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 11, p. 1938–1942, 2015.

RIBEIRO, M. G. T. C.; YUNES, S. F.; MACHADO, A. A. S. C. Assessing the greenness of chemical reactions in the laboratory using updated holistic graphic metrics based on the globally harmonized system of classification and labeling of chemicals. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 11, p. 1901–1908, 2014.

DUARTE, RITA C. C.; RIBEIRO, MARIA GABRIELA T. C.; MACHADO, ADÉLIO, A. S. C. Avaliação da “microverdura” de sínteses com a estrela verde. **Química Nova**, v. 37, n. 6, p. 1085–1093, 2014.

CUNHA, S.; LUSTOSA, D. M.; DIAS CONCEIÇÃO, N.; FASCIO, M.; MAGALHÃES, V. Biomassa em aula prática de química orgânica verde: Cravo-da-índia como fonte simultânea de óleo essencial e de furfural. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 638–641, 2012.

AURANDT, J.; LYNCH-CARIS, T.; BORCHERS, A. S.; EL-SAYED, J.; HOFF, C. Bringing Environmental Sustainability to Undergraduate Engineering Education: Experiences in an Inter-Disciplinary Course. **Journal of STEM Education: Innovations and Research**, v. 13, n. 2, p. 15–24, 2012. Disponível em: <<http://search.proquest.com/docview/1009901978?accountid=27468>>.

VELÁZQUEZ-TORRES, D.; CHOU-RODRÍGUEZ, E. Caracterización química del agua de maceración del maíz de la UEB Glucosa Cienfuegos y la obtenida empleando Green Sulf. Chemical characterization of the corn steep water of UEB Glucose Cienfuegos and the one obtained using Green Sulf. **Revista Cubana de Química**, v. 27, n. 3, p. 275–288, 2015.

FISHER, M. A. Chemistry and the challenge of sustainability. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 2, p. 179–180, 2012.

CERNANSKY, R. Chemistry: Green refill. **Nature**, v. 519, n. 7543, p. 379–380, 2015. Disponível em: <<http://www.nature.com/doi/10.1038/nj7543-379a>>.

CUNNINGHAM, A. D.; HAM, E. Y.; VOSBURG, D. A. Chemoselective reactions of citral: Green syntheses of natural perfumes for the undergraduate organic laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 3, p. 322–324, 2011.

MERCER, S. M.; ANDRAOS, J.; JESSOP, P. G. Choosing the greenest synthesis: A multivariate metric green chemistry exercise. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 2, p. 215–220, 2012.

VILCHES, A.; PÉREZ, D. G. Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la Educación química están contribuyendo / Sustainability Science: A New Knowledge Domain to which Chemistry and Chemistry Education are contributing - v24n2a4.pdf. **Educación Química**, v. 24, n. 2, p. 199–206, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v24n2/v24n2a4.pdf>>.

CHENEY, M. L.; ZAWOROTKO, M. J.; BEATON, S.; SINGER, R. D. Cocrystal Controlled Solid-State Synthesis. A Green Chemistry Experiment for Undergraduate Organic Chemistry.

**J. Chem. Educ.**, v. 85, n. 12, p. 1649, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed085p1649>>.

BADAMI, B. V. Concept of green chemistry. **Resonance**, v. 13, n. 11, p. 1041–1048, 2008.

CUNHA, S.; DE SANTANA, L. L. B. Condensação de knoevenagel de aldeídos aromáticos com o ácido de Meldrum em água: Uma aula experimental de química orgânica verde. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 642–647, 2012.

CACCIATORE, K. L.; AMADO, J.; EVANS, J. J.; SEVIAN, H. Connecting Solubility, Equilibrium, and Periodicity in a Green, Inquiry Experiment for the General Chemistry Laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 2, p. 251, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed085p251>>.

SOUZA, F. F. de. **Construção e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem voltado à educação em ciências, química verde e sustentabilidade socioambiental**. 2013.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. Contribuições freireanas para a contextualização no ensino de Química. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 59–75, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129516644005>>.

RIATTO, V. B.; VICTOR, M. M.; CUNHA, S.; MAGALHÃES, A. C. R.; CRUZ, F. T.; CARRIÇO, C. S. Craqueamento térmico da glicerina: Uma proposta de experimento para química orgânica. **Química Nova**, v. 38, n. 5, p. 727–731, 2015.

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

FINAZZIA, G. A.; MARTINSB, C. N.; CAPELATOC, M. D.; FERREIRA, L. H. Desenvolvimento de experimento didático de eletrogravimetria de baixo custo utilizando princípios da química verde. **Química Nova**, v. 37, n. 3, p. 549–555, 2014.

KENNEDY, S. A. Design of a Dynamic Undergraduate Green Chemistry Course. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 4, p. 645–649, 2016. BRAHMACHARI, G. Design of Organic Transformations at Ambient Conditions: Our Sincere Efforts to the Cause of Green Chemistry Practice. **Chemical Record**, v. 16, n. 1, p. 98–123, 2016.

MANCHANAYAKAGE, R. Designing and incorporating green chemistry courses at a liberal arts college to increase students' awareness and interdisciplinary collaborative work. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 9, p. 1167–1171, 2013.

PROBLEM, T. M.; SPECTROMETRY, A. F.; PRETREATMENT, S. Determination of Mercury in Milk by Cold Vapor Atomic Fluorescence: A Green Analytical Chemistry Laboratory Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 4, p. 2–5, 2011.

KLINGSHIRN, M. A.; WYATT, A. F.; HANSON, R. M.; SPESSARD, G. O. Determination of the Formula of a Hydrate: A Greener Alternative. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 6, p. 819, 2008. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed085p819>>.

AUBRECHT, K. B.; PADWA, L.; SHEN, X.; BAZARGAN, G. Development and implementation of a series of laboratory field trips for advanced high school students to connect chemistry to sustainability. **Journal of Chemical Education**, 2015.

MACHADO, A. A. S. C. Dos primeiros aos segundos doze princípios da química verde. **Química Nova**, v. 38, n. 2, p. 285–287, 2015.

SJÖSTRÖM, J. Eco-Driven Chemical Research in the Boundary Between Academia and Industry: PhD Students' Views on Science and Society. **Science and Education**, v. 22, n. 10, p. 2427–2441, 2013.

MELO, M. R. **Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de Química**. 2010.

SCHULTZ, M. Embedding Environmental Sustainability in the Undergraduate Chemistry Curriculum: A Case Study. **Journal of Learning Design**, v. 6, n. 1, p. 20–33, 2013. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ehh&AN=91559143&lang=es&site=ehost-live>>.

KARPUDEWAN, M.; ISMAIL, Z.; ROTH, W.-M. Ensuring sustainability of tomorrow through green chemistry integrated with sustainable development concepts (SDCs). **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 13, n. 2, p. 120–127, 2012. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C1RP90066H>>.

POHL, N. L. B.; STREFF, J. M.; BROKMAN, S. Evaluating Sustainability: Soap versus Biodiesel Production from Plant Oils. **Journal of Chemical Education**, v. 89, p. 1053–1056, 2012.

KRADTAP HARTWELL, S. Exploring the potential for using inexpensive natural reagents extracted from plants to teach chemical analysis. **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 13, n. 2, p. 135–146, 2012. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C1RP90070F>>.

PURCELL, S. C.; PANDE, P.; LIN, Y.; RIVERA, E. J.; LATISHA, P. U.; SMALLWOOD, L. M.; KERSTIENS, G. A.; ARMSTRONG, L. B.; ROBAK, M. T.; BARANGER, A. M.; DOUSKEY, M. C. Extraction and Antibacterial Properties of Thyme Leaf Extracts: Authentic Practice of Green Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 8, p. 1422–1427, 2016.

LEYVA, E.; MOCTEZUMA, E.; DEL SOCORRO SANTOS-DÍAZ, M.; LOREDO-CARRILLO, S. E.; HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, O. Fast microwave assisted bioreduction of aromatic aldehydes using Aloe vera. A green chemistry reaction. **Revista Latinoamericana de Química**, 2012.

BUCKLEY, H. L.; BECK, A. R.; MULVIHILL, M. J.; DOUSKEY, M. C. Fitting it all in: Adapting a green chemistry extraction experiment for inclusion in an undergraduate analytical laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 6, p. 771–774, 2013.

WANG, Y.; ZHANG, M.; HU, Y. Foam fractionation of lycopene: An undergraduate chemistry experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 5, p. 510–511, 2010.

KARPUDEWAN, M.; ISMAIL, Z.; ROTH, W. M. Fostering Pre-service Teachers' Self-Determined Environmental Motivation Through Green Chemistry Experiments. **Journal of Science Teacher Education**, v. 23, n. 6, p. 673–696, 2012.

NIELSEN, D. R.; MOON, T. S. From promise to practice. **EMBO reports**, v. 14, n. 12, p. 1034–1038, 2013. Disponível em: <<http://embor.embopress.org/cgi/doi/10.1038/embor.2013.178>>.

GHOSH, S.; PATIL, S.; AHIRE, M.; KITTURE, R.; GURAV, D. D.; JABGUNDE, A. M.; KALE, S.; PARDESI, K.; SHINDE, V.; BELLARE, J.; DHAVAL, D. D.; CHOPADE, B. A. Gnidiaglauca flower extract mediated synthesis of gold nanoparticles and evaluation of its chemocatalytic potential. *Journal of Nanobiotechnology*, 2012. Disponível em: <<http://jnanobiotechnology.biomedcentral.com/articles/10.1186/1477-3155-10-17>>.

LESLIE, J. M.; TZEEL, B. A. Gold(III)-Catalyzed Hydration of Phenylacetylene. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 6, p. 1100–1102, 2016.

MATUS, K. J. M.; XIAO, X.; ZIMMERMAN, J. B. Green chemistry and green engineering in China: Drivers, policies and barriers to innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. 32, p. 193–203, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.033>>.

GROSS, E. M. Green chemistry and sustainability: An undergraduate course for science and nonscience majors. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 4, p. 429–431, 2013.

EDGAR, L. J. G.; KOROLUK, K. J.; GOLMAKANI, M.; DICKS, A. P. Green chemistry decision-making in an upper-level undergraduate organic laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 7, p. 1040–1043, 2014.

ANDRAOS, J.; DICKS, A. P. Green chemistry teaching in higher education: a review of effective practices. **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 13, n. 2, p. 69–79, 2012. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C1RP90065J>>.

WINTERTON, N. Green chemistry: deliverance or distraction? **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 18, n. 4, p. 991–1001, 2016. KARPUDEWAN. Green Chemistry: Educating Prospective Science Teachers in Education for Sustainable Development at School of Educational Studies, USM. **Journal of Social Sciences**, v. 7, n. 1, p. 42–50, 2011.

ANASTAS, P.; EGHBALI, N. Green Chemistry: Principles and Practice. **Chem. Soc. Rev.**, v. 39, n. 1, p. 301–312, 2010. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=B918763B>>.

PRESCOTT, S. Green goggles: Designing and teaching a general chemistry course to nonmajors using a green chemistry approach. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 4, p. 423–428, 2013.

GEIGER, H.; DONOHOE, J. Green Oxidation of Menthol Enantiomers and Analysis by Circular Dichroism Spectroscopy: An Advanced Organic Chemistry Laboratory. **Journal of Chemical Education**, p. 1572–1574, 2012. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed2008608>>.

BALLARD, C. E. Green reductive homocoupling of bromobenzene. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 8, p. 1148–1151, 2011.

SUTHEIMER, S.; CASTER, J. M.; SMITH, S. H. Green Soap: An Extraction and Saponification of Avocado Oil. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 10, p. 1763–1765, 2015.

NISHIMURA, R. T.; GIAMMANCO, C. H.; VOSBURG, D. A. Green, enzymatic syntheses of divanillin and diapocynin for the organic, biochemistry, or advanced general chemistry laboratory. **Journal of Chemical Education**, 2010.

KARPUDEWAN, M.; HJ ISMAIL, Z.; MOHAMED, N. Greening a Chemistry Teaching Methods Course at the School of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 5, n. 2, p. 197–214, 2011.

BRISTOW, R.; SAMUELS, M. **Greening technology in UK Higher Education Educase review**, 2009.

LATIMER, D.; WIEBE, M. **Greening the organic chemistry laboratory: a comparison of microwave-assisted and classical nucleophilic aromatic substitution reactions** **Green Chemistry Letters and Reviews**, 2015.

RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Greenness of chemical reactions - limitations of mass metrics. **Green Chemistry Letters and Reviews**, v. 6, n. 1, p. 1–18, 2013.

RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Holistic metrics for assessment of the greenness of chemical reactions in the context of chemical education. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 4, p. 432–439, 2013.

How do sustainable schools integrate sustainability education? An assessment of certified sustainable K-12 schools in the United States. **Clinical Toxicology**, v. 46, n. 1, p. 1–22, 2015.

AKEN, A. J. How organization's environmental orientation impacts environmental performance and its resultant financial performance through green computing hiring practices: An empirical investigation of the natural resources based view. 2010.

GRON, L. U.; BRADLEY, S. B.; MCKENZIE, J. R.; SHINN, S. E.; TEAGUE, M. W. How to recognize success and failure: Practical assessment of an evolving, first-semester laboratory program using simple, outcome-based tools. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 6, p. 694–699, 2013.

GRAHAM, K. J.; JONES, T. N.; SCHALLER, C. P.; MCINTEE, E. J. Implementing a student-designed green chemistry laboratory project in organic chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 11, p. 1895–1900, 2014.

MACHADO, A. A. S. C. Importância da logística da via de síntese em química verde. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1291–1297, 2014.

ZHU, J.; ZHANG, M.; LIU, Q. Interdisciplinary Chemistry Experiment : An Environmentally Friendly Extraction of Lycopene. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 2, p. 256–257, 2008.

SÓCIO-AMBIENTAL, Q. N. P. Investigações em Ensino de Ciências – V16(2), pp. 291-315, 2011. v. 16, n. 2, p. 291–315, 2011.

STARK, A.; OTT, D.; KRALISCH, D.; KREISEL, G.; ONDRUSCHKA, B. Ionic liquids and green chemistry: A lab experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 2, p. 196–201, 2010.

SANDERSON, K. Its not easy being green. **Nature**, v. 469, p. 18–20, 2011. Disponível em: <<http://www.nature.com/news/2011/110105/pdf/469018a.pdf>>.

KAPASSA, M.; ABELIOTIS, K.; SCOULLOS, M. Knowledge, beliefs and attitudes of secondary school students on renewable feedstocks/biomass: The case of Greece. **Environment, Development and Sustainability**, v. 15, n. 1, p. 101–116, 2013.

WIXTROM, A.; BUHLER, J.; ABDEL-FATTAH, T. Mechanochemical Synthesis of Two Polymorphs of the Tetrathiafulvalene-Chloranil Charge Transfer Salt: An Experiment for Organic Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed4002267>>.

US ENVIRONMENTAL, P. A. **Mercury and Chemical Management in Schools: Teachers and School Administrators Participant's Manual in Southeast Asia. EPA 747-R-08-001US Environmental Protection Agency**, 2008. Disponível em: <<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=ED511460&lang=ja&site=ehost-live>>.

RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Metal–Acetylacetonate Synthesis Experiments: Which Is Greener? **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 7, p. 947–953, 2011.

CLARK, R. A.; STOCK, A. E.; ZOVINKA, E. P. Metalloporphyrins as oxidation catalysts: Moving toward “greener” chemistry in the inorganic chemistry laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 2, p. 271–275, 2012.

TUNDO, P.; ANTHONY, E. R.; FABIO ARICÒ. Methylation of 2-naphthol using dimethyl carbonate under continuous-flow gas-phase conditions. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 11, p. 1233–1235, 2010.

REILLY, M. K.; KING, R. P.; WAGNER, A. J.; KING, S. M. Microwave-Assisted Esterification: A Discovery-Based Microscale Laboratory Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 91, p. 1706–1709, 2014.

GARCÍA-SERNA, J.; PÉREZ-BARRIGÓN, L.; COCERO, M. J. New trends for design towards sustainability in chemical engineering: Green engineering. **Chemical Engineering Journal**, v. 133, n. 1–3, p. 7–30, 2007.

HIE, L.; CHANG, J. J.; GARG, N. K. Nickel-catalyzed Suzuki-Miyaura cross-coupling in a green alcohol solvent for an undergraduate organic chemistry laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 3, p. 571–574, 2015.

YADAV, U.; MANDE, H.; GHALSASI, P. Nitration of Phenols Using  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ : Green Chemistry Laboratory Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 3, p. 268–270, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed100957v>>.

RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Novas métricas holísticas para avaliação da veracidade de reações de síntese em laboratório. **Química Nova**, v. 35, n. 9, p. 1879–1883, 2012.

CHAN, J. M. W.; ZHANG, X.; BRENNAN, M. K.; SARDON, H.; ENGLER, A. C.; FOX, C. H.; FRANK, C. W.; WAYMOUTH, R. M.; HEDRICK, J. L. Organocatalytic ring-opening polymerization of trimethylene carbonate to yield a biodegradable polycarbonate. **Journal of Chemical Education**, 2015.

SANTOS, A. P.; GONÇALVES, I. R.; PAIS, K. C. et al. Oxidação do borneol à cânfora com água sanitária – um experimento simples, de baixo custo e limpo. **Química Nova**, v. 32, n. 6, p. 1667–1669, 2009.

VILCHES, A.; PÉREZ, D. G. Papel de la Química y suenseñanza em la construcción de un futuro sostenible. **Educación química**, n. January, p. 1–15, 2011.

PARGA LOZANO, D. L. Pedagogical Content Knowledge about green chemistry: for university professors of chemistry. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, n. 38, p. 167–182, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-38142015000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142015000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>.

ACORD, S. K.; PH, D.; EARL-NOVELL, S. Peer Review in Academic Promotion and Publishing: Its Meaning, Locus, and Future Four Draft Working Papers Prepared for a Workshop. **Studies in Higher Education**, v. 4650, n. April, p. 2–3, 2010.

ERIC BALLARD, C. PH-Controlled oxidation of an aromatic ketone: structural elucidation of the products of two green chemical reactions. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 2, p. 190–193, 2010.

SHARMA, R. K.; GULATI, S.; MEHTA, S. Preparation of Gold Nanoparticles Using Tea: A Green Chemistry Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 89, p. 1316–1318, 2012.

TAYLOR, D. A. Principles into practice: Setting the bar for green chemistry. **Environmental health perspectives**, v. 118, n. 6, p. 254–257, 2010.

KARPUDEWAN, M.; ISMAIL, Z.; ROTH, W. M. Promoting pro-environmental attitudes and reported behaviors of Malaysian pre-service teachers using green chemistry experiments. **Environmental Education Research**, v. 18, n. 3, p. 375–389, 2012.

ROLOFFA, F. B.; MARQUES, C. A. Questões ambientais na voz dos formadores de professores de Química em disciplinas de cunho ambiental. **Química Nova**, v. 37, n. 3, p. 549–555, 2014.

DA ROCHA, G. O.; ANDRADE, J. B.; GUARIEIRO, A. L. N.; GUARIREIRO, L. L. N.; RAMOS, L. P. Química sem fronteiras: desafio da energia. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1540–1551, 2013.

SAQUETO, K. C. **Química verde no ensino superior de química**: estudo de caso sobre as práticas vigentes em uma IES paulista. 2015.

SOUSA-AGUIAR, E. F.; DE ALMEIDA, J. M. A. R.; ROMANO, P. N.; FERNANDES, R. P.; CARVALHO, Y. Química verde: A evolução de um conceito. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1257–1261, 2014.

PAJARO, N.; TADEO, J. Química verde: un nuevo reto green chemistry: a new challenge. **Ciencia E Ingeniería Neogranadina**, v. 21, n. 2, p. 169–182, 2011.

DORIA, C.; RUVALCABA, R. M. Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química / Green Chemistry: A topic for the present and future of chemistry education. v. 24, p. 94–95, 2013.

CHEUNG, L. L. W.; STYLER, S. A.; DICKS, A. P. Rapid and convenient synthesis of the 1,4-dihydropyridine privileged structure. **Journal of Chemical Education**, v. 87, n. 6, p. 628–630, 2010.

MARQUES, M. V.; BISOL, T. B.; SÁ, M. M. Reações multicomponentes de biginelli e de mannich nas aulas de química orgânica experimental. Uma abordagem didática de conceitos da química verde. **Química Nova**, 2012.

PINTO, A. C.; ZUCCO, C.; ANDRADE, J. B. de; VIEIRA, P. C. Recursos humanos para novos cenários. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 567–570, 2009.

WEIRES, N. A.; JOHNSTON, A.; WARNER, D. L.; MCCORMICK, M. M.; HAMMOND, K.; MCDUGAL, O. M. Recycling of waste acetone by fractional distillation. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 12, p. 1724–1726, 2011.

ZELANO, C. M. **Reproduced with permission of the copyright owner further reproduction prohibited without permission.** 2007.

LYNCH, W. T. Second-Guessing Scientists and Engineers: Post Hoc Criticism and the Reform of Practice in Green Chemistry and Engineering. **Science and Engineering Ethics**, v. 21, n. 5, p. 1217–1240, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11948-014-9585-1>>.

BISOL, T. B.; MARQUES, M. V.; ROSSA, T. A.; NASCIMENTO, M. D. G.; SÁ, M. M. Síntese da epoxone a partir de d-frutose. Um experimento didático em laboratório de química orgânica com foco nos princípios da química verde. **Química Nova**, 2012.

RAO, L. Solid Acid Catalysts in Green Chemistry. **RESONANCE**, n. October, p. 30–36, 2007.

GREGOR, R. W.; GOJ, L. A. Solvent-free synthesis of 2,2'-dinitrobiphenyl: An ullmann coupling in the introductory organic laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 3, p. 331–333, 2011.

SHARMA, R.; SHARMA, C.; SIDHWANI, I. T. Solventless and One-Pot Synthesis of Cu (II) Phthalocyanine Complex: A Green Chemistry Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 88, n. 1, p. 86–87, 2011. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed100473u>>.

SCHABER, P. M.; LARKIN, J. E.; PINES, H. A.; BERCHOU, K.; WIERCHOWSKI, E.; MARCONI, A.; SURIANI, A. Supercritical Fluid Extraction versus Traditional Solvent Extraction of Caffeine from Tea Leaves: A Laboratory-Based Case Study for an Organic Chemistry Course. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 10, p. 1327–1330, 2012. Disponível em: <<file:///WOS:000308788300023>>.

EISSEN, M. Sustainable production of chemicals – an educational perspective. **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 13, n. 2, p. 103–111, 2012. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C2RP90002E>>.

HWANG, H. L.; JADHAV, S. R.; SILVERMAN, J. R.; JOHN, G. Sweet and Sustainable: Teaching the Biorefinery Concept through Bio based Gelator Synthesis. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 10, p. 1563–1568, 2014.

LESLIE, R.; LEEB, E.; SMITH, R. B. Synthesis of Ethyl Nalidixate: A Medicinal Chemistry Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 1, p. 144–146, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed200148h>>.

KRIVTSOV, I. V.; ILKAEVA, M. V.; SAMOKHINA, V. D.; AVDIN, V. V.; KHAINAKOV, S. A.; UCHAEV, D. A.; GARCIA, J. R. Synthesis of silica-titania composite oxide via “green” aqueous peroxo-route. **Journal of Sol-Gel Science and Technology**, v. 67, n. 3, p. 665–669, 2013.

ISON, E. A.; ISON, A. Synthesis of well-defined copper N-heterocyclic carbene complexes and their use as catalysts for a “click reaction”: A multistep experiment that emphasizes the role of catalysis in green chemistry. **Journal of Chemical Education**, 2012.

MARTEEL-PARRISH, A. E. Teaching green and sustainable chemistry: A revised one-semester course based on inspirations and challenges. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 7, p. 1084–1086, 2014.

SUES, P. E.; CAI, K.; MCINTOSH, D. F.; MORRIS, R. H. Template Effect and Ligand Substitution Methods for the Synthesis of Iron Catalysts: A Two-Part Experiment for Inorganic Chemistry. **Journal of Chemical Education**, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed500341p>>.

DINTZNER, M. R.; KINZIE, C. R.; PULKRABEK, K.; ARENA, A. F. The cyclohexanol cycle and synthesis of nylon 6,6: Green chemistry in the undergraduate organic laboratory. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 2, p. 262–264, 2012.

CHRISTENSEN, J. E.; HUDDLE, M. G.; ROGERS, J. L.; YUNG, H.; MOHAN, R. S. The Discovery-Oriented Approach to Organic Chemistry. 7. Rearrangement of trans-Stilbene Oxide with Bismuth Trifluoromethanesulfonate and Other Metal Triflates: A Microscale Green Organic Chemistry Laboratory Experiment. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 9, p. 1274–1275, 2008.

KARPUDEWAN, M.; ISMAIL, Z.; ROTH, W. M. the Efficacy of a Green Chemistry Laboratory-Based Pedagogy: Changes in Environmental Values of Malaysia Pre-Service Teachers. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 10, n. 3, p. 497–529, 2012.

KARPUDEWAN, M.; HJ ISMAIL, Z.; MOHAMED, N. The integration of green chemistry experiments with sustainable development concepts in pre-service teachers' curriculum International. **Journal of Sustainability in Higher Education**, 2009. Disponível em: <<http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/14676370910945936>>.

WINTER, R. T.; VAN BEEK, H. L.; FRAAIJE, M. W. The nose knows: Biotechnological production of vanillin. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 2, p. 258–261, 2012.

KOROLUK, K. J.; JACKSON, D. A.; DICKS, A. P. The Petasis reaction: Microscale synthesis of a tertiary amine antifungal analog. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 6, p. 796–798, 2012.

KARPUDEWAN, M.; MICHAEL ROTH, W.; SINNI AH, D. The role of green chemistry activities in fostering secondary school students' understanding of acid–base concepts and argumentation skills. **Chem. Educ. Res. Pract.**, 2016. Disponível em: <<http://xlink.rsc.org/?DOI=C6RP00079G>>.

SACCHETTINI, G.; CALLIERA, M.; MARCHIS, A.; LAMASTRA, L.; CAPRI, E. The stakeholder-consultation process in developing training and awareness-raising material within the framework of the EU Directive on Sustainable Use of Pesticides: The case of the EU-project BROWSE. **Science of the Total Environment**, v. 438, p. 278–285, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.079>>.

SAUVAGE, X.; DELAUDE, L. The Synthesis of N-Benzyl-2-azanorbornene via Aqueous Hetero Diels–Alder Reaction. An Undergraduate Project in Organic Synthesis and Structural Analysis. **Journal of Chemical Education**, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ed085p1538>>.

WILSON, M. P.; SCHWARZMAN, M. R. Toward a new U.S. chemicals policy: Rebuilding the foundation to advance new science, green chemistry, and environmental health. **Environmental Health Perspectives**, v. 117, n. 8, p. 1202–1209, 2009.

MARTEEL-PARRISH, A. E. Toward the Greening of Our Minds: A New Special Topics Course. **Journal of Chemical Education**, v. 84, n. 2, p. 245, 2007. Disponível em: <<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed084p245>>.

SJÖSTRÖM, J.; EILKS, I.; ZUIN, V. G. Towards Eco-reflexive Science Education. **Science & Education**, v. 25, n. 3–4, p. 321–341, 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11191-016-9818-6>>.

RIBEIRO, M. G. T. C.; COSTA, D. A.; MACHADO, A. A. S. C. Uma métrica gráfica para avaliação holística da verdura de reacções laboratoriais - “estrela verde”. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p. 759–764, 2010.

SOLEDAD MANSILLA, D.; CELESTE MUSCIA, G.; ARIEL UGLIAROLO, E. Una fundamentación para la incorporación de la química verde em los currículos de química orgánica. **Educacion Química**, v. 25, n. 1, p. 56–59, 2014. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70524-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70524-5)>.

INGOLD, M.; DAPUETO, R.; LOPEZ, G. V.; PORCAL, W. Una reacción multicomponente verde em el laboratorio de química orgánica. **Educacion Química**, v. 27, n. 1, p. 15–20, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.008>>.

LEE, N. E.; GURNEY, R.; SOLTZBERG, L. Using green chemistry principles as a framework to incorporate research into the organic laboratory curriculum. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 7, p. 1001–1008, 2014.

DE ARAGÃO, N. M.; VELOSO, M. C. D. C.; DE ANDRADE, J. B. Validação de métodos cromatográficos de análise- Um experimento de fácil aplicação utilizando cromatografia líquida DE alta eficiência (CLAE) e os princípios da “química verde” na determinação de metilxantinas em bebidas. **Química Nova**, v. 32, n. 9, p. 2476–2481, 2009.

FARIAS, LUCIANA A.; FÁVARO, D. I. T. Vinte anos de química verde: conquistas e desafios. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1089–1093, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v34n10/v34n10a25.pdf>>.

HUDSON, R.; BISHOP, A.; GLAISHER, S.; KATZ, J. L. Visualizing Nanocatalysts in Action from Color Change Reaction to Magnetic Recycling and Reuse. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 11, p. 1892–1895, 2015.

POKRANDT, R. **What is green?**. 2010.

SOLOMON, S. D.; RUTKOWSKY, S. A.; MAHON, M. L.; HALPERN, E. M. Synthesis of Copper Pigments, Malachite and Verdigris: Making Tempera Paint. **Journal of Chemical Education**, v. 88, p. 1694–1697, 2011. Disponível em: <[https://canvas.vt.edu/courses/55130/files/4680463?module\\_item\\_id=318721](https://canvas.vt.edu/courses/55130/files/4680463?module_item_id=318721)>.

APÊNDICE B – TRABALHOS NA SEÇÃO EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA NA REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA

MAIA, D. J.; GAZOTTI, W. A.; CANELA, M. C.; O, A. E. S. Chuva Ácida: um experimento para introduzir conceitos de equilíbrio químico e acidez no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 21, p. 44–46, 2005.

LUPETTI, K. O.; FATIBELLO-FILHO, O. Um Estudo Sobre Oxidação Enzimática e Prevenção do Escurecimento de Frutas no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 22, n. 1, p. 48–50, 2005.

FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Fatores Ambientais que Afetam a Precipitação Úmida. **Química Nova na Escola**, v. 21, 2005. MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M.; PEDRO, R. J. Solução-tampão: Uma proposta experimental usando materiais de baixo custo. **Química Nova na Escola**, v. 20, p. 59–62, 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc20/v20a11.pdf>>.

OLIVEIRA, R. O. de; SANTA MARIA, L. C. de; MERÇON, F.; AGUIAR, M. R. M. P. de A. Preparo e Emprego do Reagente de Benedict na Análise de Açúcares: Uma Proposta para o Ensino de Química Orgânica. **Química Nova na Escola**, n. 23, p. 41–42, 2006.

CURI, D. Colorimetria - Determinação de Fe<sup>3+</sup> em Água. **Química Nova na Escola**, v. 24, 2006. BACON, F.; HUM-, S.; FLUDD, R. Augusto César Gracetto, NoboruHioka e OuridesSantin Filho. **Química Nova**, 2006.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Experimentos com Alumínio. **Química Nova na Escola**, v. 23, 2006.

NERY, A. L. P.; FERNANDEZ, C. Fluorescência e Estrutura Atômica: Experimentos Simples para Abordar o Tema. **Química Nova na Escola**, v. 19, 2004.

COSTA, T. S.; ORNELAS, D. L.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Confirmando a Esterificação de Fischer por Meio dos Aromas. **Química Nova na Escola**, v. 19, p. 36–38, 2004.

PALMA, M. H. C.; TIERA, V. A. de O. Oxidação de Metais. **Química Nova na Escola**, v. 18, p. 2–4, 2003.

FERREIRA, L. H.; ABREU, D. G. de; IAMAMOTO, Y.; ANDRADE, J. F. de. Experimentação em Sala de Aula e Meio Ambiente: Determinação Simples de Oxigênio Dissolvido em Água. **Química Nova na Escola**, v. 19, 2004.

FONSECA, S. F.; GONÇALVES, C. C. S. Extração de pigmentos do espinafre e separação em coluna de açúcar comercial. **Química Nova na Escola**, v. 20, p. 55–58, 2004.

MÓL, G. de S.; BARBOSA, A. B.; SILVA, R. R. da. Água Dura Em Sabão Mole... **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 32–33, 1995.

SILVA, S. L. A. da; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. da. À procura da vitamina C. **Química Nova na Escola**, v. 2, p. 31–32, 1995.

FARIAS, R. F. De. Utilizando uma Luminária do Tipo “Lava-Luz” para o Ensino de Densidade, Dilatação térmica e Transformações de Energia. **Química Nova na Escola**, v. 19, p. 1–3, 2004.

DAZZANI, M.; CORREIA, P. R. M.; OLIVEIRA, P. V.; MARCONDES, M. E. R. Explorando a química na determinação do teor de álcool na gasolina. **Química Nova na Escola**, v. 17, p. 42–45, 2003.

IBANEZ, J. G. Saneamento Ambiental por Métodos Eletroquímicos. I - Tratamento de Soluções Aquosas. **Química Nova na Escola**, v. 15, 2002.

TEÓFILO, R. F.; BRAATHEN, P. C.; RUBINGER, M. M. M. Reação relógio iodeto/iodo com Material Alternativo de Baixo Custo e Fácil Aquisição. **Química Nova na Escola**, v. 16, n. 1, p. 41-44, 2002.

SIMONI, J. de A.; TUBINO, M. Chafariz de amônia com materiais do dia-a-dia: uma causa inicial... quantos efeitos? **Química Nova na Escola**, v. 16, 2002.

MAIA, A. D. S.; OLIVEIRA, W. de; OSÓRIO, V. K. L. Da água turva à água clara: o papel do coagulante. **Química Nova na Escola**, v. 18, p. 49–51, 2003.

FRACETO, L. F.; LIMA, S. L. T. de. Aplicação da Cromatografia em Papel na Separação de Corantes em Pastilhas de Chocolate. **Química Nova na Escola**, v. 18, p. 46–48, 2003.

FRANCHETTI, S.; MARCONATO, J. A importância das propriedades físicas dos polímeros na reciclagem. **Química nova na escola**, n. 18, p. 42–45, 2003. Disponível em: <<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:A+import?ncia+das+propriedades+f?sicadas+dos+pol?meros+na+reciclagem#0>>.

MARCONATO, J. Ca.; BIDÓIA, E. D. Potencial de Eletrodo: uma Medida Arbitrária e Relativa. **Química Nova na Escola**, v. 17, p. 46–49, 2003.

SARTORI ER, SANTOS VAGNER B, TRENCH AB, F.-F. O. Construção de uma célula eletrolítica a partir de materiais de baixo custo para o ensino de eletrólise. **B3 - Química Nova Escola**, v. 35, n. 2, p. 107–111, 2013.

VAZ, E. L. S.; ACCIARI, H. A.; ASSIS, A.; CODARO, E. N. Uma Experiência Didática sobre Viscosidade e Densidade. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 3, p. 155–158, 2012.

ALMEIDA, V. V. de; CANESIN, E. A.; SUZUKI, R. M.; PALIOTO, G. F. Análise Qualitativa de Proteínas em Alimentos Por Meio de Reação de Complexação do Íon Cúprico. **Química nova na escola**, v. 35, n. 1, p. 34–40, 2013.

GUIMARÃES, C. C.; DORN, R. C. Efeito Estufa Usando Material Alternativo. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 2, p. 153–157, 2015.

LÜDKE, J. P. R.; LÜDKE, E. Um Estudo sobre Avaliação de Desempenho de Vestibulandos no Aprendizado de Química Inorgânica para Definição de Critérios para uma Intervenção Cognitiva. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 4, 2011.

CAVAGIS, A. D. M.; PEREIRA, E. A.; OLIVEIRA, L. C. de. Um Método Simples para Avaliar o Teor de Sacarose e CO<sub>2</sub> em Refrigerantes. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 3, p. 241–245, 2014.

LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. Especial 2, p. 198–202, 2015.

MIMURA, A. M. S.; SALES, J. R. C.; PINHEIRO, P. C. Atividades Experimentais Simples Envolvendo Adsorção sobre Carvão. **Química Nova na Escola**, v. 32, p. 53–56, 2010.

VAZ, E. L. S.; MONTEIRO, M. A. A.; MONTEIRO, I. C. de C.; ACCIARI, H. A.; CODARO, E. N. Determinação do Teor Alcoólico de Vodcas: uma abordagem multidisciplinar no Ensino de Física, Química e Matemática. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 292–296, 2013.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198–202, 2009.

MOURA, S. L. Constante de Planck: Uma Nova Visão para o Ensino Médio. **Silva, F. I. Silva, F. C. M. Santos, J. A. V.**, v. 33, n. 4, p. 246–251, 2011. Disponível em: <[http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc33\\_4/246-EEQ-6011.pdf](http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc33_4/246-EEQ-6011.pdf)>.

ANTUNES, M.; ADAMATTI, D. S.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANELA, M. pH do solo: determinação com indicadores ácido-base no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, 2009. Disponível em: <[http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc31\\_4/11-EEQ-3808.pdf](http://qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc31_4/11-EEQ-3808.pdf)>.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão de metais. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p. 57–60, 2011.

SARTORI, P. H. dos S.; LORETO, É. L. da S. Medidor de Fluorescência Caseiro. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 2, 2009. REZENDE, W.; LOPES, F. S.; RODRIGUES, A. S.; GUTZ, I. G. R. A Efervescente Reação Entre Dois Oxidantes de Uso Doméstico e a Sua Análise Química por Medição de Espuma. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 66–69, 2008.

VAZ, E. L. S.; ASSIS, A.; CODARO, E. N. Análise Experimental da Resistência à Corrosão e da Velocidade de Corrosão: Uma Proposta Pedagógica. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 1, p. 1–4, 2011.

OLIVEIRA, C. A. F. de; RESENDE FILHO, J. B. M. de; ANDRADE, L. R. de. Identificação de Ácido Salicílico em Produtos Dermatológicos Utilizando-se Materiais Convencionais. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 2, p. 125–128, 2011.

MÓL, G. de S.; FERREIRA, G. A. L.; SILVA, R. R. da; LARANJA, H. F. Constante de Avogadro: É simples determiná-la em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 3, p. 32–33, 1996.

SILVA, F. M. da; WOUTERS, A. D.; CAMILLO, S. B. de A. Visualização Prática da Química Envolvida nas Cores e sua Relação com a Estrutura de Corantes. **Química Nova na Escola**, v. 29, n. Cd, 2008.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. de S. Resíduos e Rejeitos de Aulas Experimentais: O que Fazer? **Química Nova na Escola**, v. 29, 2008.

SANTOS, A. P. B. dos; PINTO, A. da C. Biodiesel: Uma alternativa de combustível limpo. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 58–62, 2009.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. De. Variação de pH em Água Mineral Gaseificada. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 70–72, 2008.

SARTORI, E. R.; BATISTA, É. F.; SANTOS, V. B. dos; FATIBELLO-FILHO, O. Construção e Aplicação de um Destilador como Alternativa Simples e Criativa para a Compreensão dos Fenômenos Ocorridos no Processo de Destilação. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <[http://200.198.28.154/sistema\\_crv/banco\\_objetos\\_crv/%7BD087523D-A4A0-4C93-9BC5-5FCDD3FD0DF1%7D\\_destilador.pdf](http://200.198.28.154/sistema_crv/banco_objetos_crv/%7BD087523D-A4A0-4C93-9BC5-5FCDD3FD0DF1%7D_destilador.pdf)>.

SARTORI, E. R.; BATISTA, É. F.; FATIBELLO-FILHO, O. Escurecimento e Limpeza de Objetos de Prata: Um Experimento Simples e de Fácil Execução Envolvendo Reações de Oxidação-Redução. **Química Nova na Escola**, v. 30, p. 61–65, 2008.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. de S. Experimentando Química com Segurança. **Química Nova na Escola**, v. 27, p. 57–60, 2008.

VIEIRA, H. J.; FIGUEIREDO-FILHO, L. C. S. de; FATIBELLO-FILHO, O. Um Experimento Simples e de Baixo Custo para Compreender a Osmose. **Química Nova na Escola**, v. 26, p. 1–4, 2007.

KONDO, M. M.; ROSA, V. A. M. Protótipo de Reator Anaeróbico: Tratamento de Esgoto Doméstico nas Escolas. **Química Nova na Escola**, v. 26, p. 2–5, 2007.

BRAATHEN, P. C.; LUSTOSA, A. A.; FONTES, A. C.; SEVERINO, K. G. Entalpia de Decomposição do Peróxido de Hidrogênio: uma Experiência Simples de Calorimetria com Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição. **Química Nova na Escola**, v. 29, 2008.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. **Química Nova na Escola**, v. 29, p. 34–37, 2008.

ELEOTÉRIO, I. C.; KIILL, K. B.; SENE, J. J. de; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentos para a Identificação de Íons Ferro em Medicamentos Comerciais. **Química Nova na Escola**, v. 26, p. 0–2, 2007.

LIMA, S. L. T. De; JESUS, M. B. De; SOUZA, R. R. R. De; OKAMOTO, A. K.; LIMA, R. De; FRACETO, L. F. Estudo da Atividade Proteolítica de Enzimas Presentes em Frutos. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 2008, 2008.

ALMEIDA, V. V. de; BONAFÉ, E. G.; STEVANATO, F. B.; SOUZA, N. E. de; VISENTAINER, J. E. L.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Catalisando a Hidrólise da Ureia em Urina. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 42–46, 2008.

GEPEQ. Experimentos sobre Pilhas e a Composição dos Solos: Experiências sobre solos. **Química Nova na Escola**, v. 8, p. 39–41, 1998.

CELEGHINI, R. M. S.; FERREIRA, L. H. Experimentos Cromatográficos - Preparação de uma coluna cromatográfica com areia e mármore e seu uso na separação de pigmentos. **Química Nova na Escola**, v. 7, 1998.

HIOKA, N.; MAIONCHI, F.; RUBIO, D. A. R.; GOTO, P. A.; FERREIRA, O. P. Experimentos sobre Pilhas e a Composição dos Solos: Pilhas modificadas empregadas no acendimento de lâmpadas. **Química Nova na Escola**, v. 8, p. 36–39, 1998. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/>>.

LISBÔA, J. C. F. Experimentos Cromatográficos - Investigando tintas de canetas utilizando cromatografia em papel. **Química Nova na Escola**, v. 7, 1998.

SIMONI, J. de A.; TUBINO, M. Experimentos sobre Raio Atômico e qualidade de detergentes: Determinação do raio atômico de alguns metais. **Química Nova na Escola**, v. 9, p. 41–43, 1999.

BITTENCOUR FILHA, A. M. B.; GONÇALVES COSTA, V.; RIBEIRO BIZZO, H. Avaliação da qualidade de detergentes a partir do volume de espuma formado. **Química Nova na Escola**, v. d, n. 9, p. 43–45, 1999. Disponível em: <[http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=qne&cod=\\_experimentacaoonoensinod\\_e\\_59](http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=qne&cod=_experimentacaoonoensinod_e_59)>.

FERREIRA, G. A. L.; MÓL, G. de S.; SILVA, R. R. da. Bafômetro: um modelo demonstrativo. **Química Nova na Escola**, v. 5, p. 32–33, 1997.

ELIAS, J. A.; CARVALHO, A. C. e; MÓL, G. S. O escorpião fluorescente: Uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 286–290, 2017.

FERREIRA, V. F. Aprendendo sobre os conceitos de ácido e base. **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 35–36, 1996.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; ROCHA-FILHO, R. C. Algumas Experiências Simples Envolvendo o Princípio de Le Chatelier. **Química Nova na Escola**, v. 5, n. 1, p. 28–31, 1997.

OLIVEIRA, A. R. M. de; SIMONELLI, F.; MARQUES, F. de A. Experimentos Cromatográficos - Cromatografando com giz e espinafre: um experimento de fácil reprodução nas escolas do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v. 7, p. 37–38, 1998.

FERREIRA, L. H.; RODRIGUES, A. M. G. D.; HARTWIG, D. R.; DERISSO, C. R. Experiências Lácteas: Qualidade do leite e cola de caseína. **Química Nova na Escola**, v. 6, p. 32–33, 1997.

OLIVEIRA, P. C. C.; LEITE, M. A. P. Espectrofotometria no Ensino Médio: Construção de Um Fotômetro de Baixo Custo e fácil Aquisição. **Química Nova**, v. 38, p. 181–184, 2016.

PALOSCHI, R.; ZENI, M.; RIVEROS, R. Experimentos Cromatográficos - Cromatografia em giz no ensino de Química: didática e economia. **Química Nova na Escola**, v. 7, p. 35–36, 1998.

SOUSA, G. L.; SIMÕES, A. S. M. Uma Proposta de Aula Experimental de Química para o Ensino Básico Utilizando Bioensaios com Grãos de Feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 1, p. 79–83, 2016.

LISBÔA, J. C. F.; BOSSOLANI, M. Experiências Lácteas: Tipos de Leite, Substâncias Estranhas e Obtenção de Plástico. **Química Nova na Escola**, v. 6, p. 30–32, 1997.

PIOVEZAN, M.; TRILHA, R.; SANTOS, A. V.; et al. Construção e Avaliação de Dispositivo para Determinação de Material Particulado em Ambientes Internos e Externos. v. 39, p. 83–88, 2017.

SAMPAIO, M. M.; VAZ, E. L. S.; MONTEIRO, M. A. A.; ACCIARI, H. A.; CODARO, E. N. Uma Atividade Experimental para o Entendimento do Conceito de Viscosidade. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 3, p. 232–235, 2015.

TASCA, R. A.; ALMEIDA, J. R. L. de; SILVA, D. G. da; MELO, F. M. de; TOMA, H. E. Desenvolvendo Habilidades e Conceitos de Nanotecnologia no Ensino Médio por Meio de Experimento Didático Envolvendo Preparação e Aplicação de Nanopartículas Superparamagnéticas. **Química Nova na Escola**, 2015.

CI, A. Tratamento de água com coagulante biodegradável: uma proposta de atividade experimental. **Química Nova na Escola**, v. 38, p. 375–382, 2016.

SILVA, A. M. da; FÁTIMA, Â. de; MOREIRA JÚNIOR, S. S.; BRAATHEN, P. C. Plásticos: molde você mesmo! **Química Nova na Escola**, v. 13, p. 47–48, 2001.

TSWETT, M. S. Pinhão, Quirera e Tapioca: das prateleiras para as bancadas dos laboratórios de Química. v. 38, p. 383–386, 2016.

BRAATHEN, P. C. Desfazendo o mito da combustão da vela para medir o teor de oxigênio no ar. **Química Nova na Escola**, v. 12, p. 43–45, 2000.

QUERUBINA, A. de S.; COSER, M. A.; WALDMAN, W. R. Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: Uma Proposta Experimental. **Química Nova na Escola**, v. 38, p. 269–272, 2016. Disponível em: <[http://www.qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc38\\_3/12-EEQ-41-15.pdf](http://www.qnesc.sbgq.org.br/online/qnesc38_3/12-EEQ-41-15.pdf)>.

HIOKA, N.; SANTIN FILHO, O.; MENEZES, A. J. De; YONEHARA, F. S.; BERGAMASKI, K.; PEREIRA, R. V. Pilhas de Cu/Mg construídas com materiais de fácil obtenção. **Química Nova na Escola**, v. 11, p. 40–44, 2000.

CARLOS, J.; MARA, S. Polímeros Superabsorventes e as Fraldas Descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 42–44, 2002.

GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; ABREU, R. G. de. Extrairdo óleos essenciais de plantas. **Química Nova**, n. 11, p. 45–46, 2000.

CARDOSO, A. A.; FRANCO, A. Algumas reações do enxofre de importância ambiental. **Química Nova na Escola**, v. 15, n. 1, p. 39–41, 2002.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. M. Decomposição Térmica do PVC e detecção do HCl utilizando um indicador ácido-base natural: uma proposta de Ensino Multidisciplinar. **Química Nova na Escola**, v. 14, p. 40–42, 2001.

LIMA, V. A. De; BATTAGLIA, M.; GUARACHO, A.; INFANTE, A. Demonstração do efeito tampão de comprimidos efervescentes com extrato de repolho roxo. **Química Nova na Escola**, v. 1, p. 33–34, 1995.

GONÇALVES, J. M.; ANTUNES, K. C. L.; ANTUNES, A. Determinação qualitativa dos íons cálcio e ferro em leite enriquecido. **Química Nova na Escola**, v. 14, p. 1–3, 2001.

CAZZARO, F. Um experimento envolvendo estequiometria. **Química Nova Na Escola**, v. 10, p. 53–54, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/exper3.pdf>>.

SILVA, J. L. da; STRADIOTTO, N. R. Soprando na água de cal. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 51–53, 1999. GEPEQ. Extrato de repolho roxo como indicador universal de pH. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 32–33, 1995.

FERREIRA, E. C.; MONTES, R. A química da produção de bebidas alcólicas. **Química Nova na Escola**, v. 10, p. 50–51, 1999.

MACHADO JÚNIOR, I.; ASSIS, R. B.; BRAATHEN, P. C. Termômetro de Iodo: Discutindo Reações Químicas e Equilíbrio de Sublimação Usando Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição. **Química Nova na Escola**, v. 24, n. 2003, 2006.

LIMA, R. de; FRACETO, L. F. Abordagem Química na Extração de DNA de Tomate. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 43–45, 2007.

SOUZA, E. T. De; SOUZA, C. A. De; MAINIER, F. B.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corrosão de Metais por Produtos de Limpeza. **Química Nova na Escola**, v. 26, p. 8–10, 2007.

FATIBELLO-FILHO, O.; WOLF, L. D.; ASSUMPÇÃO, M. H. M. T.; LEITE, O. D. Experimento simples e rápido ilustrando a hidrólise de sais. **Química Nova na Escola**, v. 24, n. 1, p. 30–34, 2006.

SENE, J. J. de; CASTILHO, L. N. P.; DINELLI, L. R.; KIILL, K. B. Equilíbrio Químico de Sais Pouco Solúveis e o Caso Celobar. **Química Nova na Escola**, v. 24, p. 1–3, 2006.

SUAREZ, W. T.; FERREIRA, L. H.; FATIBELLO-FILHO, O. Padronização de Soluções Ácida e Básica Empregando Materiais do Cotidiano. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 36–38, 2007.

ZUTIN, K.; OLIVEIRA, J. K. Investigando Componentes Presentes no Leite em uma Atividade Interativa. **Química Nova na Escola**, v. 25, 2007.

OLIVEIRA, M. F. de; PEREIRA-MAIA, E. C. Alterações de Cor dos Vegetais por Cozimento: Experimento de Química Inorgânica Biológica. **Química Nova na Escola**, v. 25, 2007.

## ANEXOS

## ANEXO A – TABELAS PARA A CONSTRUÇÃO DA ESTRELA VERDE

Tabela com os critérios para a classificação das substâncias para a construção da EV

<b>a) Riscos para a saúde humana e o ambiente das substâncias envolvidas</b>		
Riscos	Símbolos de risco	Pontuação
Saúde	C – corrosivo T – tóxico T + – muito tóxico	3
	Xn – prejudicial Xi – irritante	2
	Nenhuma indicação	1
Ambiente	N – perigoso para o ambiente	3
	Nenhuma indicação	1
<b>b) Riscos de acidente das substâncias envolvidas</b>		
Riscos	Símbolos de risco	Pontuação
Saúde	C – corrosivo T – tóxico T + – muito tóxico	3
	Xi – irritante Xn – prejudicial	2
	Nenhuma indicação	1
Inflamabilidade	F – muito inflamável F + – extremamente inflamável	3
	Nenhuma indicação	1
	Reatividade	E – explosivo O – agente oxidante
Nenhuma indicação		1
<b>c) Degradabilidade e renovabilidade das substâncias envolvidas</b>		
Características	Critérios	Pontuação
Degradabilidade	Não degradáveis ou não possam ser tratados para se obter a sua degradação inócuos	3
	Possam ser tratados para obter degradação com produtos de degradação inócuos	2
	Degradáveis com produtos de degradação inócuos	1

Renovabilidade	Não renováveis	3
	Renováveis	1

Fonte: Ribeiro et al., 2010.

Tabela com os componentes e pontuações para construção da EV (p = pontuação)

Princípios da QV	Critérios	p
P1 - Prevenção	Todos os resíduos são inócuos (p=1, tabela 1a)	3
	Resíduos que envolvam um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1a, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	Formação de pelo menos um resíduo que envolva um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1a)	1
P2 - Economia atômica	Reações sem reagentes em excesso (<10%) e sem formação de coprodutos	3
	Reações sem reagentes em excesso (<10%) e com formação de coprodutos	2
	Reações com reagentes em excesso (>10%) e sem formação de coprodutos	2
	Reações com reagentes em excesso (>10%) e com formação de coprodutos	1
P3 - Síntese menos perigosa	Todas as substâncias envolvidas são inócuas (p=1, tabela 1a)	3
	As substâncias envolvidas apresentam um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1a, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	Pelo menos uma das substâncias envolvidas apresenta um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1a)	1
P5 - Solventes e outras substâncias auxiliares mais seguras	Os solventes e as substâncias auxiliares não existem ou são inócuas (p=1, tabela 1a)	3

	Os solventes e as substâncias auxiliares usadas envolvem um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1a, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	Pelo menos um dos solventes ou uma das substâncias auxiliares usadas envolve um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1a)	1
P6 - Planificação para conseguir eficácia energética	Temperatura e pressão ambientais	3
	Pressão ambiental e temperatura entre 0°C e 100°C que implique arrefecimento ou aquecimento	2
	Pressão diferente da ambiental e/ou temperatura muito afastada da ambiental	1
P7 - Uso de matérias primas renováveis	Todos os reagentes/matérias-primas/recursos envolvidos são renováveis (p=1, tabela 1c)	3
	Pelo menos um dos reagentes/matérias-primas/recursos envolvidos é renovável, não se considera a água (p=1, tabela 1c)	2
	Nenhum dos reagentes/matérias-primas/recursos envolvidos é renovável, não se considera a água (p=3, tabela 1c)	1
P8 - Redução de derivatizações	Não se usam derivatizações	3
	Usa-se apenas uma derivatização ou operação semelhante	2
	Usam-se várias derivatizações ou operações semelhantes	1
P9 - Catalisadores	Não se usam catalisadores ou os catalisadores são inócuos (p=1, tabela 1a)	3
	Utilizam-se catalisadores que envolvem um risco moderado para a saúde e ambiente (p=2, tabela 1a)	2
	Utilizam catalisadores que envolvem um risco elevado para a saúde e ambiente (p=3, tabela 1a)	1

P10 - Planificação para a degradação	Todas as substâncias envolvidas são degradáveis com os produtos de degradação inócuos (p=1, tabela 1c)	3
	Todas as substâncias envolvidas que não são degradáveis podem ser tratadas para obter a sua degradação com os produtos de degradação inócuos (p=2, tabela 1c)	2
	Pelo menos uma das substâncias envolvidas não é degradável nem pode ser tratada para obter a sua degradação com produtos de degradação inócuos (p=3, tabela 1c)	1
P12 - Química inerentemente mais segura quanto à prevenção de acidentes	As substâncias envolvidas apresentam um baixo risco de acidente químico (p=1, tabela 1b)	3
	As substâncias envolvidas apresentam um risco moderado de acidente químico (p=2, tabela 1b, pelo menos para uma substância, sem substâncias com p=3)	2
	As substâncias envolvidas apresentam um risco elevado de acidente químico (p=3, tabela 1b)	1

Fonte: Ribeiro et al., 2010.

ANEXO B – MATRIZ CURRICULAR LICENCIATURA EM QUÍMICA CAMPUS SÃO CARLOS 2017

**Perfil 1**

Código	Disciplina	Requisito	Crédito	Carga Horária
7.019-0	Técnicas Básicas em Química	Não há	04	60
7.117-0	Fundamentos de Química	Não há	04	60
8.221-0	Cálculo Diferencial e Integral 1	Não há	06	90
17.054-2	Educação e Sociedade	Não há	04	60
<b>Total</b>			<b>18</b>	<b>270</b>

**Perfil 2**

Código	Disciplina	Requisito	Crédito	Carga Horária
6.214-6	Leitura e Produção de Textos	Não há	02	30
7.118-8	Química dos Elementos	(7.117-0)	04	60
7.422-5	Introdução à Química de Soluções	(7.117-0)	04	60
8.920-6	Cálculo 2	(8.221-0)	04	60
32.025-0	Biologia Geral II	Não há	04	60
<b>Total</b>			<b>18</b>	<b>270</b>

**Perfil 3**

Código	Disciplina	Requisito	Crédito	Carga Horária
7.443-8	Equilíbrio Químico: Fundamentos e Aplicações em Química Analítica	(7.422-5)	04	60
7.908-1	História da Química A	Não há	04	60
9.021-2	Física Geral 1	Não há	04	60
19.218-0	Pesquisa Educacional em Química	Não há	04	60
7.225-7	Química das Funções Orgânicas	(7.117-0)	04	60
<b>Total</b>			<b>20</b>	<b>300</b>

**Perfil 4**

Código	Disciplina	Requisito	Crédito	Carga Horária
7.427-6	Análise Qualitativa e Quantitativa	(7.443-8)	04	60
9.022-0	Física Geral 2	Não há	04	60
15.302-8	Introdução à Estatística e Probabilidade	Não há	04	60
20.001-8	Psicologia da Educação 1 – Aprendizagem	Não há	04	60
7.119-6	Química Experimental dos Elementos	(7.118-8) E (7.019-0)	04	60
<b>Total</b>			<b>20</b>	<b>300</b>

**Perfil 5**

Código	Disciplina	Requisito	Crédito	Carga Horária
7.226-5	Dinâmica das Reações Orgânicas	(7.225-7)	04	60
7.627-9	Físico-Química A	(7.117-0) E (8.920-6)	04	60
9.109-0	Física Experimental	Não há	04	60
19.090-0	Didática Geral	Não há	04	60
20.008-5	Psicologia do Desenvolvimento	Não há	04	60
<b>Total</b>			<b>20</b>	<b>300</b>

**Perfil 6**

<b>Código</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Requisito</b>	<b>Crédito</b>	<b>Carga Horária</b>
7.227-3	Química Orgânica Experimental	(7.225-7) E (7.226-5)	04	60
7.245-1	Introdução a Química Verde	(7.117-0)	04	60
7.628-7	Físico-Química B	(7.627-9) E (8.920-6)	04	60
17.101-8	Política, Organização e Gestão da/na Educação Básica	Não há	04	60
19.298-8	Metodologia do Ensino de Química	Não há	04	60
<b>Total</b>			<b>20</b>	<b>300</b>

**Perfil 7**

<b>Código</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Requisito</b>	<b>Crédito</b>	<b>Carga Horária</b>
7.243-5	Química das Biomoléculas 1	(7.117-0)	04	60
7.626-0	Físico-Química Experimental A	(7.627-9)	04	60
7.815-8	Experimentação na Educação Química	Não há	04	60
7.425-0	Introdução a Química Ambiental	Não há	04	60
7.150-1	Química de Coordenação	(7.117-0)	04	60
<b>Total</b>			<b>20</b>	<b>300</b>

**Perfil 8**

<b>Código</b>	<b>Disciplina</b>	<b>Requisito</b>	<b>Crédito</b>	<b>Carga Horária</b>
7.244-3	Química das Biomoléculas 2	(7.117-0)	04	60
7.649-0	Físico-Química C	(7.117-0) E (8.221-0)	04	60
19.299-6	Estágio Supervisionado em Ensino de Química A	Não há Co-requisito (19.302-0)	06	90
12.107-0	Mineralogia Aplicada	Não há	04	60
19.302-0	Orientação para Prática Profissional A	19.090-0 Co-requisito (19.299-6)	04	60
<b>Total</b>			<b>22</b>	<b>330</b>

## Perfil 10

Código	Disciplina	Requisito	Crédito	Carga Horária
19.301-1	Estágio Supervisionado em Ensino de Química C	(19.300-3) Co-requisito (19.304-6)	14	210
19.304-6	Orientação para Prática Profissional C	(19.303-8) Co-requisito (19.301-1)	04	60
20.100-6	Introdução a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS)	Não há	02	30
<b>Total</b>			<b>20</b>	<b>300</b>

<b>Atividades Complementares</b>	200 horas
----------------------------------	-----------

## Perfil 9

Código	Disciplina	Requisito	Crédito	Carga Horária
7.444-6	Princípios de Química Instrumental	(7.117-0)	04	60
7.816-6	Tecnologia da Informação e Comunicação aplicadas à Educação Química	Não há	04	60
19.300-3	Estágio Supervisionado em Ensino de Química B	(19.229-6) Co-requisito (19.303-8)	08	120
19.303-8	Orientação para Prática Profissional B	(19.302-0) Co-requisito (19.300-3)	04	60
45.0219	Didáticas e Educação das Relações Étnico-Raciais	Não há	04	60
<b>Total</b>			<b>24</b>	<b>360</b>



## ANEXO C – EMENTÁRIO DAS DISCIPLINAS EXPERIMENTAIS DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA CAMPUS SÃO CARLOS

### **07.019-0 Técnicas Básicas em Química**

#### **Número de Créditos: 04 (P)**

**Descrição:** O aluno deverá ser capaz de: 1. Manusear, com segurança, sólidos, líquidos voláteis e corrosivos. 2. Armazenar, correta e seguramente, produtos químicos. 3. Lavar e secar, corretamente, vidrarias. 4. Conhecer as técnicas básicas do trabalho com vidros. 5. Identificar metais, através da medida grandezas físicas (densidade) e de reações químicas. 6. Preparar e padronizar soluções. 7. Separar (purificar) sólidos e/ou líquidos a partir de misturas sólido-sólido, líquido-sólido e líquido-líquido; calcular o rendimento destes processos de purificação. 8. Isolar substâncias químicas por arraste em vapor e extração por solvente. 9. Preparar e caracterizar substâncias químicas; calcular o rendimento de reações químicas. 10. Conhecer e utilizar os procedimentos de descarte de resíduos químicos; tratar os resíduos químicos gerados no Laboratório de Química Geral. 11. Redigir um relatório científico; discutir e avaliar (com base nos erros experimentais) os resultados obtidos, respeitando as regras dos algarismos significativos. Apresenta como ementa: Segurança em Laboratórios de Química. Armazenamento de produtos químicos. Lavagem e secagem de vidrarias. Introdução às técnicas básicas do trabalho com vidro. Equipamentos básicos de Laboratórios de Química: finalidade e técnicas de utilização. Levantamento e análise de dados experimentais (erros percentuais e algarismos significativos). Comprovação experimental de conceitos básicos de Química. Preparação e padronização e soluções. Métodos de purificação de substâncias simples. Isolamento de substâncias químicas por arraste em vapor e extração por solvente. Preparação de substâncias químicas e métodos para caracterizá-las. Procedimentos de descarte e tratamentos dos resíduos de Laboratórios de Química.

#### **Bibliografia Básica:**

SILVA, R.R.; BOCCHI, N.; ROCHA-FILHO, R.C.; MACHADO, P.F.L. Introdução à Química Experimental. 2ª ed. São Carlos: EdUFSCar, 2014. 408 p. (LIVRO TEXTO).  
CONSTANTINO, M.G.; SILVA, G.V.J.; DONATE, P.M. Fundamentos de Química Experimental. São Paulo: Edusp, 2004. ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. 5ª ed. Trad. de R. B. de Alencastro. Porto Alegre: Bookman, 2012.

**Bibliografia Complementar:** ROCHA-FILHO, R.C.; SILVA, R.R. Cálculos Básicos da Química. 3ª ed. São Carlos: EdUFSCar, 2013. KOTZ, J.C.; TREICHEL, P.M.; WEAVER, G.C. Química Geral e Reações Químicas. Trad. de F.M. Vichi e S.A. Visconte. São Paulo: Cengage Learning, 2009. BROWN, T.C.; LEMAY JR., H.E.; BURSTEN, B.E.; BURDGE, J.R. Química, a Ciência Central. Trad. de Robson Matos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. BACCAN, N.; ANDRADE, J.C.; GODINHO, O.E.S.; BARONE, J.S. Química Analítica Quantitativa Elementar. 3ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. HARRIS, D.C. Análise Química Quantitativa. Trad. de Jairo Bordinhão et al. Rio de Janeiro: LTC, 2008. ENGEL, R.G.; KRIZ, G.S.; LAMPMAN, G.M.; PAVIA, D.L. Química Orgânica Experimental. Técnicas de pequena escala. Trad. de S.A.Visconti. São Paulo: Cengage Learning, 2013. HOUSECROFT, C.E.; SHARPE, A.G. Química Inorgânica. 4ed. Trad. de E.C. da Silva, J.C. Afonso, O.E. Barcia. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

#### **07.119-6 Química Experimental dos Elementos**

**Número de Créditos: 04 (P)**

**Descrição:** 1. Identificar as transformações sofridas pelas substâncias inorgânicas. 2. Descrever em linguagem química as transformações sofridas pelas substâncias inorgânicas. 3. Desenvolver habilidades de manipulação e estocagem de substâncias inorgânicas, de acordo com suas propriedades químicas e físicas. 4. Preparar substâncias químicas inorgânicas que possam, de algum modo, prejudicar o meio ambiente e propor metodologia adequada para tratamento e o descarte de resíduos. Apresenta como ementa: Segurança no laboratório de química inorgânica. Química dos elementos do bloco s e seus compostos. Química dos elementos do bloco p e seus compostos. Química dos elementos de transição e seus compostos. Ensaio envolvendo sais duplos, compostos de coordenação e compostos organometálicos.

**Bibliografia Básica:** FLACH, S. E. Introdução à Química Inorgânica Experimental. Florianópolis: Editora da UFSC, 1985. FELICÍSSIMO, A. M. P. et al. Experiências de Química – PEQ. São Paulo: Moderna, 1979. SHRIVER, D. F.; ATKINS, P. W. e LANGFORD, C. H. Inorganic Chemistry. Oxford: University Press, 1990. LEE, J. D. Química Inorgânica, não tão concisa. Tradução da 4ª. Edição Igreja. São Paulo: Edgard Blücher. SEMICHIN, V. Práticas de Química Geral Inorgânica. Moscou: Mir, 1979. SPITSYN, V. I. Practical Inorganic Chemistry. Moscou: Mir, 1987.

**Bibliografia Complementar:** SUSAN, B. et.al. The Merck Index, 11ed. Merck & CO. Inc, 1989. VOGEL, A. I. Química Analítica Qualitativa, tradução por Antonio Gimeno da 5ª ed. rev. por G. SVELA. São Paulo: Mestre Jou, 1981. WEAST, R. C. CRC Hand book of Chemistry and Physics. CRC Press. 1987.

### **07.427-6 Análise Qualitativa e Quantitativa**

**Número de Créditos: 04 (P)**

**Descrição:** 1. Conceituar a análise qualitativa como a etapa inicial de uma análise química e demonstrar os processos de equilíbrio químico envolvidos nas reações qualitativas. 2. Aplicar a análise qualitativa em produtos de uso cotidiano. 3. Demonstrar o equilíbrio químico como alicerce para desenvolvimento de métodos clássicos volumétricos, gravimétricos e espectrofotométricos etc. 4. Discutir métodos instrumentais e enfatizar os processos químicos envolvidos. Apresenta como ementa: Análise qualitativa. As bases da análise qualitativa e sua importância em química analítica. Metodologias analíticas. Semi-microanálise e testes de chama. Reagentes de grupo e reagentes seletivos. Análise qualitativa de cátions e ânions: em produtos de uso cotidiano. Análise gravimétrica. Volumetria ácido-base. Volumetria de complexação. Volumetria de óxido-redução. Noções de potenciometria. Noções de condutometria. Noções de métodos ópticos.

**Bibliografia Básica:** ALEXEIEV, V. N. Semimicroanálisis Química Cualitativo. Trad. Victoria Valdez Mendoza, Moscou: Mir, 1975. AYRES, G. H. Analisis Químico Cuantitativo. Trad. de Santiago Vicente Pérez. Buenos Aires: Harper & Row, 1970. KOLTHOFF, I. M. et al. Quantitative Chemical Analysis. London: Mcmillan, 1969. OHLWEILLER, O. A. Química Analítica Cuantitativa. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

**Bibliografia Complementar:** CHRISTIAN, G. D. Analytical Chemistry. 4th. Edition, John Wiley & Sons, New York, 1986. CHRISTIAN, G. D. and O'Reilly, J. E. Instrumental Analysis. 2nd edition. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1986. SKOGG, D. A. & WEST, D. N. Fundamentals of Analytical Chemistry. 3th Ed. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1976. PIETRZYK, D. J. & FRANK, C. W. Analytical Chemistry. New York: Academic Press, 1974. VOGEL, A. I. Química Analítica Cuantitativa. Trad. de Miguel Catalano e Elsiades Catalano, Buenos Aires: Kapeluz, 1969. WILLARD, H.H. et. al. Instrumental Methods of Analysis. New York, Nostrand, 1965.

### **07.227-3 Química Orgânica Experimental**

**Número de Créditos: 04 (P)**

**Descrição:** O aluno deverá ser capaz de: 1. Identificar e manusear equipamentos de um laboratório de química orgânica. 2. Reconhecer a conexão prática e teórica em química orgânica. 3. Planejar e executar uma experiência em química orgânica. 4. Utilizar as técnicas básicas de um laboratório de química orgânica. 5. Analisar os produtos formados nas reações realizadas. 6. Elaborar relatório de experimento efetuado. Apresenta como ementa: Segurança no laboratório de química orgânica. Manuseio correto e seguro de reagentes e equipamentos. Utilização correta da literatura relacionada a química orgânica. Planejamento de reações orgânicas. Preparação e purificação de substâncias orgânicas. Extração de substâncias orgânicas de fontes naturais. Execução de reações orgânicas. Extração do produto obtido; Purificação e identificação. Obtenção e purificação de substâncias orgânicas utilizadas rotineiramente pelo cidadão comum.

**Bibliografia Básica:** Correa, A. G. de Oliveira, K. T.; Paixao, M. W.; Brocksom, T. J. Química Organica Experimental:

Uma abordagem de química orgânica, 1a ed, Elsevier, 2016. Pavia, D. L.; Lampman, G. M.;Kriz, G. S. ; Engel, R. G. Química Orgânica Experimental, segunda edição, 2009. Williamson, K. L. Organic Experiments ninth edition, editora Houghton Mifflin, New York, 2002.

**Bibliografia Complementar:** VOGEL, A.I. - VOLGEL"S. Textbook of Practical Organic Chemistry, 5ª Ed., New York, Longman Scientific & Technical e John Wiley & Sons 1989. 1) Dupont, J., Quim. Nova, 23: 825, 2000. Elder, J.W.; Holtz, K.M., Microwavemicroscaleorganicexperiments, J. Chem. Educ. 73: A104A105,1996. Lenardão, E. J.; Freitag, R. A.; Dabdoub, M. J.; Batista, A. C. F.; Silveira, C. C., Quim. Nova, 26: 123,2003. Prado, A. G. S., Quim. Nova, 26: 738, 2003. Sanseverino, A.M. , Quim. Nova, 23: 102, 2000.

**07.626-0 Físico-Química Experimental A****Número de Créditos: 04 (P)**

**Descrição:** O aluno deverá ser capaz de: 1. Determinar parâmetros termodinâmicos de substâncias, soluções e misturas e compará-los com valores relatados na literatura. 2. Medir grandezas que permitam o cálculo de outras grandezas físico-químicas, como velocidades de reações e constantes de velocidade. 3. Elaborar tabelas e construir gráficos/diagramas que permitam analisar sistemas e calcular grandezas termodinâmicas, cinéticas e eletroquímicas.

Apresenta como ementa: Segurança no Laboratório de Físico-Química. Termoquímica. Estudo de Equilíbrios de Fases: sistemas líquido-líquido (binário ou ternário). Sistemas líquido-vapor. Sistemas sólido-líquido. Condutometria. Atividade de íons em solução. Células galvânicas e eletrolíticas. Cinética de Reações em Solução: determinação de ordem, constante de velocidade e energia de ativação de diferentes reações. Catálise. Procedimentos de descarte e tratamentos de resíduo do Laboratório de Físico-Química.

#### **Bibliografia Básica:**

ATKINS, P. W. Físico-Química - Fundamentos. Trad. de Edilson Clemente da Silva. 3ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003. ATKINS, P. W. & PAULA, J. Físico-Química. Trad. de Edilson Clemente da Silva. 8ª ed. Rio de Janeiro, LTC, 2008. v. 1 e 2. BAGOTSKY, V. (Ed.) Fundamentals of Electrochemistry. Nova Iorque, Wiley-Interscience, 2005. Página da disciplina: [http://br.groups.yahoo.com/group/Lab\\_FQ/](http://br.groups.yahoo.com/group/Lab_FQ/)

**Bibliografia Complementar:** BUENO, W. A. & DEGRÈVE, L. Manual de Laboratório de Físico-Química. São Paulo: McGrawHill do Brasil, 1980. LATHAN, J. L. Cinética Elementar de Reação. Trad. de Mário T. Cataldim. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP, 1974. MOORE, W. J. Físico-Química. Trad. de Tibor Rabockai e outros. São Paulo: Edgard Blücher/EDUSP, 1974. SALZBERG, H. W. et. al. Physical Chemistry: a Modern Laboratory Course. New York, Academic Press, 1970. SHOEMAKER, D. P., GARLAND, C. W. & NIBLER, J. W. Experiments in Physical Chemistry. 5th Ed. New York; McGraw-Hill, 1989.

### **07.815-8 Experimentação na Educação Química**

#### **Número de Créditos: 04 (2T/2P)**

**Descrição:** 1. Fomentar a reflexão do licenciando sobre as concepções pedagógicas e epistemológicas relacionadas à experimentação na Educação Química ao longo da história. 2. Proporcionar ao licenciando condições para planejar roteiros de atividade experimentais, considerando as mais recentes pesquisas da área de Educação/Ensino de Química. 3. Possibilitar ao licenciando aplicar e avaliar experimentos didáticos em escolas de Educação Básica. Apresenta como ementa: Evolução histórica da utilização de experimentos na Educação Química. Principais aspectos da experimentação na Educação Química: abordagens teóricas e metodológicas. Seleção e planejamento de experimentos didáticos, considerando os princípios gerais de segurança, bem como a eliminação, minimização e descarte de resíduos (Química Verde). Aplicação dos experimentos junto a estudantes da Educação Básica. Apresentação das propostas experimentais por meio de seminários.

**Bibliografia Básica:** BRASIL. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas Tecnologias. Brasília, MEC/SEMTEC, 2006. CACHAPUZ, A. et al. Necessária renovação do ensino das Ciências. São Paulo: Cortez, 2005. CRUZ, R.; GALHARDO-FILHO, E. Experimentos de Química: em microescala, com materiais de baixo custo e do cotidiano. São Paulo: Editora da Física, 2004.

**Bibliografia Complementar:** ECHEVERRIA, A. R.; ZANON, L. B. Formação Superior em Química no Brasil: práticas e fundamentos curriculares. 1ª ed. Ijuí: Unijuí, 2010. GALIAZZI, M. C.; AUTH, M.; MORAES, R.; MANCUSO, R. (org). Construção Curricular em Rede na Educação em Ciências: uma aposta de pesquisa na sala de aula. 1ª ed. Ijuí: Unijuí, 2007. GIORDAN, M. Computadores e linguagens nas aulas de ciências: Uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados. 1ª ed. Ijuí: Unijuí, 2008 ROSA, M. I. P.; ROSSI, A. V. Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências. Campinas: Átomo, 2008. ZUIN, V. G. A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de Química. 1ª ed. Campinas: Átomo, 2011. 179p.

#### **07.444-6 Princípios de Química Instrumental**

**Número de Créditos: 04 (3T/1P)**

**Descrição:** Proporcionar aos alunos os princípios básicos de técnicas em análise instrumental com discussões e demonstrações sobre aplicações em análises de rotina. Apresenta como ementa: Química Analítica Clássica e Química Analítica Instrumental: escopo e abrangência. Introdução aos métodos ópticos de análise. Espectrofotometria ultravioleta-visível: fundamentos, instrumentação e aplicações. Espectrometria de absorção e emissão atômica: fundamentos, instrumentação e aplicações. Introdução aos métodos eletroanalíticos de análise. Condutometria: fundamentos, instrumentação e aplicações. Potenciometria: fundamentos, instrumentação e aplicações. Eletrogravimetria: fundamentos, instrumentação e aplicações. Separação de compostos: noções básicas de cromatografia. Identificação de compostos: noções básicas de espectrofotometria no infravermelho e espectrometria de massas.

**Bibliografia Básica:** AYRES, G. H. Analisis Químico Quantitativo. Trad. de Santiago Vicente Pérez. Buenos Aires: Harper & Row, 1970. ALEXEIEV, V. N. Semimicroanálisis Química Cualitativo. Trad. Victoria Valdez Mendoza, Moscou: Mir, 1975. HOLLER, F. J.; SKOOG, D. A e CROUCH, S. R. Princípios de Análise Instrumental. 6ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2009.

**Bibliografia Complementar:** CHRISTIAN, G. D. and O'Reilly, J. E. Instrumental Analysis. 2nd. Edition. Prentice-Hall Inc., New Jersey, 1986. HARRIS, D. C. Quantitative Chemical Analysis. New York, W. H. Freeman, 2006. OHLWEILLER, O. A. Química Analítica Quantitativa. 2ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1976. PIETRZYK, D. J. & FRANK, C. W. Analytical Chemistry. New York, Academic Press, 1974. SKOGG, D. A. & WEST, D. N. Fundamentals of Analytical Chemistry. 3ª Ed. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1976. WILLARD, H. H. et. al. Instrumental Methods of Analysis. New York, Nostrand, 1965.