

salvacionismo à C&T descrito por Auler (2002), pois dá a entender que a sustentabilidade será alcançada a partir de processos químicos mais limpos e benignos. Não se pretende com isso diminuir a importância da produção de conhecimentos no desenvolvimento de produtos e processos da química, mas ressaltar que, quando deixam de expor uma crítica aos métodos anteriores e às razões causais das novas atitudes, o que resulta desses estudos é apenas a eficácia do (novo) método e a racionalidade técnica que o possibilitou.

Portanto, quando assim encarada, entendemos que a racionalidade técnica (que preconiza a otimização de processos, em uma função objetiva e balizada pela produtividade e eficiência) pode não ter sido superada. É um modo de reforçar que as soluções técnicas podem ser suficientes para resolver os problemas atuais relacionados ao meio ambiente. E reiteramos, isso não significa deixar de reconhecer a importância de melhorias técnicas, pelo contrário, é pelo fato de apontar seus limites que a Química se junta aos esforços societários para alterar a lógica, por exemplo, do consumismo e de um modo de produção altamente poluidor. E é pelo fato de não problematizar as razões para o desenvolvimento de novas técnicas, principalmente de não apontar os limites para se alcançar soluções ambientalmente compatíveis, que os trabalhos não avançam rumo à construção de uma nova racionalidade socioambiental.

Mas nem todos os trabalhos deixam de ser críticos em relação à QV ser vista como (apenas) uma melhoria na eficiência técnica da química, agora com maiores cuidados com o ambiente. Por exemplo, a dissertação de PPGECT05-D4 acrescenta uma reflexão e um alerta importante:

O enfoque no “aspecto técnico” – gera passividade – e torna as pessoas alheias ao que realmente é pertinente considerar: a interferência dos cidadãos na sociedade pela participação pública nos processos decisórios referentes a temas envolvendo ciência-tecnologia, que é algo postulado pelo emergente enfoque CTS no contexto brasileiro (PPGECT05-D4, p. 55).

Essa perspectiva de ciência ancorada na perspectiva CTS, defendida na dissertação, possibilita e potencializa o desenvolvimento da QV (no âmbito acadêmico), à medida que pode oferecer soluções alternativas à sociedade e à indústria, de modo que, na hora de decidir, haverá escolhas e não uma única saída (por exemplo, um único tipo de

processo de síntese), algo que, de algum modo, a química clássica vem oferecendo. Assim, esse tipo de conhecimento e racionalidade para defender a QV no seio da Química vai em direção à socioambiental.

Partilhamos ainda da compreensão de que a filosofia QV não é apenas uma questão científico-técnica (ainda que importante), mas também política e educacional. Logo, é salutar a preocupação que a QV supere a mera eficiência “técnica” (rendimento de massa do produto, seletividade de reação e de custo econômico) dos processos químicos e incorpore o desenvolvimento de alternativas menos poluentes ou não-poluentes, conforme apontado no trabalho PPGECT05-D4.

Entendemos que as estratégias e as ideias apresentadas nas pesquisas — oito dissertações (PPGE02-D1, PPGECT05-D4, PPGE08-D14, PPGECT11-D32, PPGECT11-D33, PPGE12-D42, PPGE13-D46 e PPGE13-D50) e duas teses (PPGE10-T10 e PPGE10-T11) — representam um avanço no ensino da química, pois sugerem e expõem propostas em que o conhecimento em QV é apresentado como uma alternativa/possibilidade para fundamentar posicionamentos mais críticos em situações complexas, como aquelas relacionadas aos problemas e soluções ambientais. Isso envolve conhecimentos conceituais, metodológicos e tecnológicos, ligados à ciência química, particularmente aqueles que dizem respeito à dimensão ambiental, melhor sistematizados pelo campo da QV (e é por essa razão que esses trabalhos foram incluídos na subcategoria *educacional*). Essas características podem ser justificadas pelo fato de que essas pesquisas foram produzidas no âmbito da pós-graduação em educação e na educação científica e tecnológica.

Conforme apontado no início da discussão dessa categoria, entendemos que há uma linha muito tênue para caracterizar a natureza do conhecimento envolvido nessas pesquisas, a exemplo da dissertação PPGECT05-D4 antes citada. Não obstante possamos identificar atributos da racionalidade socioambiental, o que levou a mestranda a desenvolver essa investigação foi o interesse em “analisar a concepção dos professores sobre a chuva ácida no ensino médio, como forma de articulação entre o conhecimento químico e o contexto proporcionado pela atividade de exploração e uso do carvão” (PPGECT05-D4, p. 11). Além desse objetivo, especificamente à QV, a autora relata:

No que tange às **tecnologias preventivas da chuva ácida, é importante considerar**, mesmo que de forma breve, **a discussão feita pela Química Verde, e o seu princípio fundamental**

– **a prevenção** – bem como alguns apontamentos discutidos para o processo de formação de professores de Química visando sobretudo contribuir com a superação da problemática ambiental (PPGECT05-D4, p. 53, grifo nosso).

A pesquisa objetivava problematizar aspectos associados ao contexto local da cidade de Criciúma-SC, região diretamente afetada pela poluição resultante da extração do carvão mineral, e se tal aspecto se fazia ou não presente no ensino de Química. Mesmo trabalhando com uma temática sociocientífica, a ênfase da investigação centrava no ensino, por isso, foi classificada como sendo perspectiva educacional, relacionada ao ensino da QV.

As mesmas características podem ser observadas no trabalho PPGECT11- D33, cujo objetivo principal é “**contribuir para a abordagem crítica e socioambiental** de temáticas relativas ao meio ambiente na educação em Química” (p. 38, grifo nosso). Nele, a autora analisa e problematiza o conteúdo de textos sobre questões ambientais divulgados em duas revistas voltadas a professores de Química do Ensino Médio. Dentre os objetivos específicos, destacamos:

- a) identificar e discutir aspectos teóricos, dos campos ambiental, científico e educacional, considerados relevantes e imbricados nas discussões relativas à problemática do meio ambiente;
- b) identificar e caracterizar os grandes “temas ambientais” abordados em textos publicados na revista brasileira *Química Nova na Escola* e na italiana *Green: la Scienza al servizio dell’Uomo e dell’Ambiente*;
- c) investigar argumentos de dimensão social, econômica, ética e/ou política no corpus de análise;
- d) verificar e analisar a apresentação de mensagens relacionadas à Química Ambiental e à perspectiva da Química Verde nos textos selecionados; e
- e) discutir possíveis contribuições do conteúdo dos textos analisados à formação de professores de Química da Educação Básica, bem como à elaboração de práticas didático-metodológicas,

pautadas nas perspectivas Crítico-Transformadora de EA e/ou Crítica do enfoque CTS.

As discussões apresentadas e proporcionadas por essa pesquisa consideram os conhecimentos científicos pautados em fundamentos e reflexões de aspectos socioambientais, favorecendo, assim, a superação da adoção de simples discursos ambientais, e influenciando e contribuindo com a instauração de uma nova racionalidade (ambiental) para além da restrição às técnicas, procedimentos e normas.

A perspectiva educacional, proporcionada pela QV, é também identificada em PPGE12-D42, como consta no fragmento:

O objetivo dessa discussão [conscientizar educadores e estudantes sobre a importância de adotar atitudes que preservem o meio ambiente] é que a sociedade, incluindo a indústria, devem tomar decisões conscientes em relação ao meio ambiente, **e a maneira mais fácil de garantir que essas decisões focadas na sustentabilidade são através do apoio à implantação da QV na educação presente nos currículos dos cursos das Universidades.**

Esse trabalho de implantação tem se centrado no currículo de graduação, pois existe um movimento progressivo para incluir e discutir a importância, prática e princípios no cenário de graduação (PPGE12-D42, p. 13, grifo nosso).

Percebe-se que a natureza do conhecimento é mais ampla que a proporcionada pela racionalidade técnica. Além de demonstrar aspectos de domínios mais abrangentes e socioambientais (por meio da sustentabilidade), a autora entende que a maneira de garantir a conscientização e a tomada de decisão sobre as ações que demandam cuidados com o ambiente, é inserir a QV nos currículos de graduação, e logo, o ensino de sua filosofia. E, vai além, ao sinalizar de que maneira o ensino da QV pode ser integrado ao currículo:

Os educadores muitas vezes discutem **como incorporar a educação em QV em um currículo do curso de Química ou mesmo no Ensino Médio** se os conteúdos das disciplinas que contemplam esse currículo já estão bem definidos, o que não significa que o tema não possa ser

incorporado juntamente com o conteúdo tradicionalmente trabalhado. Para isso o currículo do curso pode ser reavaliado para conter o essencial e mantê-lo relevante. **Assim, a QV não deve ser percebida como um tópico a mais no currículo, mas como algo que vem dar a sua contribuição.** (PPGE12-D42, p. 14, grifo nosso)

O entendimento apresentado pela pesquisadora corrobora com nossa compreensão sobre o ensino da QV, ou seja, de que sua inserção não deve ser reduzida ao emprego de seus princípios, ou ainda, ser abordada pontualmente em determinados conteúdos programáticos, tampouco a uma única e específica disciplina de QV. Como se infere do fragmento, a autora — como nós — entende que a QV pode/deve aparecer transversalmente nas disciplinas constituintes dos currículos dos cursos de Química.

No intuito de que a (filosofia) QV se torne um instrumento que balize o desenvolvimento da Química na busca pela sustentabilidade ambiental, contribuindo com a inserção e a problematização da dimensão ambiental na formação desse(s) profissional(is), é necessário superar a visão reducionista e disciplinar que caracteriza a racionalidade técnica. Para tanto, concordamos com Pitanga (2015), pois julgamos necessária a adoção de uma visão de ciência sistêmica, complexa, transdisciplinar, interdisciplinar e holística, que permita realizar uma leitura mais ampliada do mundo e consiga enxergar para além dos problemas associados às atividades da química, uma vez que estas, por vezes, são reduzidas à análise e soluções à poluição, sem perceber e problematizar as razões que as causam, e também, os demais aspectos envolvidos.

Quanto à natureza dos conhecimentos QV apresentados nas T&D, identificamos propostas e argumentos distintos (embora todos fossem regidos por discursos ambientais). Parte das pesquisas foi desenvolvida a partir da aplicação dos princípios QV em atividades práticas, geralmente aquelas que envolviam sínteses ou catálises, por exemplo. Estas foram classificadas com ênfase na racionalidade técnica, para as quais soluções técnicas são suficientes para viabilizar os problemas atuais. Nos demais trabalhos, houve predominância da perspectiva educacional, considerando os objetos explícitos e as ênfases argumentativas e propositivas dessas pesquisas. Nesse mesmo grupo de trabalhos, há autores que, mesmo anunciando/tocando e discutindo

sobre o uso dos princípios QV, não se limitam a apresentar a técnica utilizada em determinado procedimento experimental.

A seguir, apresentamos *o quê* (as motivações) leva os autores das T&D, de algum modo, a reconhecer a importância de se desenvolver pesquisas sobre o ensino da QV.

4.2.3 Motivações para incorporação do ensino da Química Verde na formação do químico e do professor de Química

As T&D selecionadas já evidenciaram seu pertencimento aos que defendem, por motivações diversas, a presença da QV no seio da química, sendo que algumas dessas motivações foram destacadas na categoria 1 (tipo/características dos problemas que originaram os trabalhos das T&D). Agora, nessa outra categoria, fomos buscar elementos nas T&D que exprimissem significados às motivações mais explícitas para a incorporação da QV no ensino e na formação de professores. Portanto, buscamos evidenciar e discutir suas razões, intenções, metas, crenças e ações empreendidas nessa direção.

As motivações para o ensino e a aprendizagem são um tema complexo e bastante discutido na literatura do ensino de ciências (incluindo a Química), envolvendo, inclusive, aspectos ligados à psicologia. Nesse instigante tema, várias pesquisas, sob diferentes perspectivas teóricas, têm orientado inúmeras proposições e análises (BERGAMINI; BERALDO, 2010). Na literatura é possível encontrar uma diversidade de conceitos de motivação. Por exemplo, Schwartz (2014, p. 18) afirma que a “motivação é [a] palavra que muitas vezes utilizamos na tentativa de explicar/compreender o porquê de uma ação”, enquanto que para Murray (1978, p. 20 *apud* SIMONO, 2005, p. 14) o “motivo é um fator interno que dá início, dirige e integra o comportamento de uma pessoa”. Talvez um dos conceitos mais fáceis de entender isso tenha sido apresentado por Tapia e Fita (2012, p. 77), ao afirmar que a “motivação consiste em analisar os fatores que fazem as pessoas empreender determinadas ações dirigidas a alcançar objetivos”. Já outro conceito apresenta a motivação como “aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar o curso” (BZUNECK, 2009, p. 9).

Por outro lado, Guimarães (2009, p. 37) traz uma discussão acerca da diferenciação entre dois tipos de motivação: a intrínseca e a extrínseca. Quanto ao primeiro conceito, afirma que “a motivação intrínseca se refere à escolha e realização de determinada atividade por

sua própria causa, por esta ser interessante, atraente ou, de alguma forma, geradora de satisfação”. O comprometimento com a atividade, segundo a autora, é considerado, ao mesmo tempo, espontâneo, de interesse individual e autotélico, isto é, a atividade é um fim em si, pois há uma espécie de recompensa em virtude da própria realização da tarefa, mesmo não havendo agente motivador de ordem externa. Aponta ainda que esse tipo de motivação é um importante propulsor de aprendizagem, pois se envolver em uma atividade gera maior satisfação e facilita a aprendizagem e o desempenho da pessoa.

Quanto à segunda perspectiva, a autora comenta que a maior parte das atividades desenvolvidas pelos indivíduos em sociedade é movida preferencialmente por razões externas, e define motivação extrínseca como sendo “a motivação para trabalhar em resposta à algo externo à tarefa ou atividade, como para recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, objetivando atender os comandos ou pressões de outras pessoas ou para demonstrar competências e habilidades” (GUIMARÃES, 2009, p. 46).

O exposto, se por um lado nos traz alguma luz sobre o tema, por outro, indica também a complexidade no emprego do conceito e na compreensão dos múltiplos fatores que conduzem um determinado sujeito a realizar uma ação, proposição e/ou defesa de algo, sejam elas motivações intrínsecas ou externas. Como não é nosso objetivo se aprofundar propriamente nesse tema, apenas buscamos expressar alguns entendimentos com os quais concordamos, a exemplo de Guimarães, permitindo-nos, assim, penetrar nos discursos e argumentos dos autores acerca desse tema contido na categoria de análise das T&D para a incorporação e o ensino da QV no âmbito da formação do químico.

Desta maneira, nessa categoria, pretendemos evidenciar alguns aspectos motivacionais, relatados pelos pesquisadores, destacando suas intenções, metas, percepções e crenças, lembrando que as pesquisas foram identificadas e classificadas de acordo com as subcategorias: *Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais; Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e/ou ambientais*; ou ainda, como *Melhoria técnica para atingir a sustentabilidade e o Desenvolvimento Sustentável*.

Pelo exposto no Gráfico 12, percebe-se que três trabalhos (PPGQ07-D8, PPGQ05-T2 e PPGQ10-T9) — produzidos em programas de pós-graduação em Química — fundamentam-se no uso da QV como iniciativas voltadas para a redução de impactos ambientais, o que nos permite interpretar que o motivo para o desenvolvimento dessas

pesquisas tenha sido o uso da QV *como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais*.

Um exemplo dessa motivação entre as T&D, que poderíamos definir como motivação extrínseca, se encontra em PPGQ07-D8, cuja autora argumenta que parte da problemática ambiental é resultante de atividades químicas, que podem ser reduzidas pelo tratamento de resíduos químicos, assumindo explicitamente a QV como uma alternativa para a prevenção desses danos, tanto reclamada pela sociedade (a exemplo do que consta no Relatório Brundtland sobre o Desenvolvimento Sustentável):

a atividade química é frequentemente relacionada, direta ou indiretamente, à maioria dos chamados "desastres ambientais", embora outras atividades humanas também exerçam papel importante na degradação e poluição ambiental. Uma das principais ações no sentido de minimizar o impacto ambiental causado por atividades industriais é o tratamento adequado dos resíduos químicos emitidos [...].

A partir de 90 uma nova linha de pensamento para minimizar os impactos ambientais das atividades produtivas da área da química começou a ganhar foco. Esta nova visão, com a proposição de novas e desafiadoras soluções considera que, fundamentalmente, é preciso buscar uma alternativa que evite ou minimize a produção de resíduos, em detrimento da preocupação exclusiva com o tratamento do resíduo no fim da linha de produção, *end of pipe*. **Este novo direcionamento na questão da redução do impacto da atividade química ao ambiente vem sendo chamado de química verde**, química limpa, química ambientalmente benígna, ou ainda, química sustentável (PPGQ07-D8, p. 1, grifo nosso).

Conforme discutido na categoria anterior (Natureza do conhecimento), nessa dissertação foi desenvolvida uma rota verde para a síntese de classe de compostos da família de 1,4-diidropiridinas, realizada em meio aquoso e apresentada como uma estratégia de reações de multicomponentes que trazem vantagens em termos de tempo, reprodutibilidade e rendimento. A substituição do solvente orgânico etanol (utilizado no método clássico, descrito na literatura) por água

contempla eficiência técnica, pelo desenvolvimento e implementação do Princípio 5 da QV, “o que justifica a busca e a tentativa por novas rotas que sejam menos agressivas ao meio ambiente, como defende os princípios da Química Verde” (PPGQ07-D8, p. 42, grifo nosso). E de acordo com a pesquisadora, esses processos, tal como o desenvolvido em sua dissertação, têm ganhado cada vez mais interesse acadêmico e econômico, sendo aplicados com grande eficiência na síntese de compostos heterocíclicos. Sua associação com a filosofia e o ensino da QV pode ser identificada no fragmento:

Este conceito [da Química Verde] já é relativamente comum em aplicações industriais, especialmente em países com indústria química bastante desenvolvida e que apresentam controle rigoroso na emissão de poluentes. **Também vem sendo gradativamente incorporando ao meio acadêmico, no ensino e pesquisa** (PPGQ07-D8, p.5, grifo nosso).

Embora não esclareça onde e como pode se dar o ensino da QV, ela reconhece que isso vem ocorrendo na academia (aqui podemos interpretar como sendo no âmbito da graduação, incluindo, possivelmente, a pós-graduação), e que o desenvolvimento e a circulação de resultados de pesquisas (como a desenvolvida em PPGQ07-D8) podem auxiliar na mudança de postura e um maior comprometimento dos profissionais da área da Química, formados com a preocupação e o cuidado para não poluir, fatores que, segundo ela, se dão pela aplicação dos princípios da Química Verde.

Nessa mesma orientação trazemos a tese PPGQ05-T2, também comentada na primeira categoria, que apresenta alternativas para a síntese, em meio aquoso, de complexos de nióbio (V), que evitam a formação de subprodutos poluentes e tóxicos, diminuindo o número de etapas de síntese. Essas rotas, de acordo com a autora, são alternativas às descritas na literatura, estando de acordo com os princípios da QV. Ela as justifica, pois:

Nos últimos anos, questões ambientais têm merecido destaque na mídia nacional e internacional visando diminuir a quantidade e a velocidade de contaminação do ambiente provocada por inúmeras atividades químicas. **Esta**

idéia, denominada “Green Chemistry” ou Química Verde, representa a suposição de que processos químicos que geram problemas ambientais possam ser substituídos por alternativas menos poluentes ou não poluentes (PPGQ05-T2, p. 22, grifo nosso).

Assim, as motivações ambientais (prevenção de resíduos) parecem conduzir a autora a buscar maior eco-eficiência aos processos de sínteses anteriores, pelo qual também alcançou melhorias no meio reacional (aquoso) e a diminuição das etapas de síntese.

Nessa tese, tanto as intenções quanto as metas são as mesmas apresentadas em PPGQ07-D8, ou seja, a aplicação de princípios QV (citando também o P5) pode auxiliar na resolução de problemas derivados de atividades químicas, ao mesmo tempo que reconhece, “desde o surgimento da Química Verde uma ‘tecnologia limpa’ apresenta princípios visando um controle rigoroso na emissão de poluentes, que está, **gradativamente, sendo incorporada ao meio acadêmico, no ensino e pesquisa**” (PPGQ05-T2, p. v, grifo nosso). Vale ressaltar que o fragmento em destaque é exatamente o mesmo extraído e apresentado na dissertação anterior, ou seja, a argumentação presente em PPGQ07-D8 é a mesma apresentada nessa tese. Por esses fatores entendemos que a motivação presente, nessas duas pesquisas, é a mesma, situando-se como motivações extrínsecas.

Como o sucesso da Química Verde depende que seja amplamente adotada por todos os químicos, a educação (ensino e formação profissional) passa ter um papel fundamental, devendo estar presente em atitudes e procedimentos químicos permanentes, por isso, a importância da percepção e a sinalização das autoras (PPGQ07-D8 e PPGQ05-T2) de que essa filosofia vem sendo adotada e implementada nos distintos níveis de ensino.

A mesma motivação (*Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais*) também foi identificada na pesquisa de PPGQ10-T9, que desenvolveu uma rota verde para adições de Michael e para a síntese de pirróis substituídos em meio aquoso. As estratégias apresentadas trazem vantagens em termos de tempo, de reprodutibilidade e de rendimento, representando um aperfeiçoamento em relação às metodologias clássicas, uma das motivações para a adoção dos princípios da Química Verde.

Acerca do ensino da QV, o autor expõe:

A Química verde é um enorme desafio para aqueles que procuram aplicar os seus princípios, seja na indústria, educação ou pesquisa. **Os desafios trazidos por essa prática criaram grandes oportunidades para a descoberta e aplicações de novas tecnologias químicas, para a melhora das condições ambientais do planeta e para retirar o estigma que a química possui de estar relacionada a processos poluentes** (PPGQ10-T9, p. 3, grifo nosso).

Nesse fragmento, o doutorando reconhece, além do estigma da química, as dificuldades na implementação e inserção da QV, que passam pelas diversas áreas da Química, dentre elas, a educação, ao mesmo tempo que, através de seu uso, novas atitudes pró-ambiente foram desenvolvidas, melhorando, assim, a imagem da ciência Química.

Identificamos que a motivação que levou o desenvolvimento dessas T&D reduz-se basicamente ao interesse de responder à imagem ruim e ao estigma da química, por conta de suas atividades poluentes, propondo agora, por meio da QV, minimizar problemas ambientais oriundos de atividades químicas, buscando a redução de impactos ambientais por meio da prevenção. Ou seja, prevalece muito um tipo de motivação extrínseca, em primeiro nível, mas que parece se ampliar quando, ao se desenvolverem técnicas de processo (em certo modo, mediante uma visão mais reducionista/restritiva) baseadas nos princípios da QV, há a necessidade de que isso reverbere no ensino e na formação do químico.

Porém, outras pesquisas apresentaram uma discussão mais substancial acerca do papel e da aplicação da QV no ensino, efetuada por meio de questões socioambientais, como as dissertações PPGE01-D1, PPGE05-D4, PPGE08-D14, PPGE11-D32, PPGE11-D33, PPGE12-D42 e PPGE13-D50, e as teses PPGE10-T10 e PPGE10-T11. Nesse caso, estas foram classificadas como *Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e/ou ambientais*, associadas à perspectiva de implementação da QV no ensino e na formação de professores de Química.

Destacamos o trabalho PPGE05-D4, no qual a autora discute e problematiza a contextualização no ensino de Química, com a preocupação de uma formação para o exercício da cidadania. Segundo ela, o que a motivou a desenvolver a pesquisa:

foi o fato de, sendo estudante do ensino médio de Criciúma e filha de mineiro que possivelmente deva constar no registro dos “[...] pelo menos 88 óbitos, apenas no município de Criciúma”, nunca ter compreendido o contexto da mineração permanecendo, até então, num estado de “imersão” acerca da realidade vivenciada, com a qual o modelo tradicional de ensino, caracterizado por ser acrítico, descontextualizado, fragmentado etc., se torna conivente.

Isso me levou a questionar, na formação inicial em disciplinas do curso de Licenciatura em Química, na Universidade Federal de Santa Catarina, onde se realizam discussões sobre abordagens temáticas, quantos estudantes também estariam passando pelo espaço de educação formal em Criciúma, sem que seja proposto aos mesmos o que Paulo Freire defende como o “desvelamento da realidade”, propiciando condições para desencadear um processo de ação transformadora dessa realidade (PPGECT05-D4, p. 11).

Considerando o ensino de Química em uma cidade conhecida por ser vítima da poluição causada pela mineração do carvão e pautando-se na educação progressista argumentada por Paulo Freire, a pesquisadora recorreu a referenciais teóricos do enfoque CTS, à proposição de temas químicos sociais por educadores químicos brasileiros e às distintas concepções de meio ambiente para fazer uma reflexão sobre suas implicações pedagógicas no âmbito do ensino de química, associando a isso o ensino da QV:

O alcance dessa compreensão [concepções de meio ambiente considerando as suas significativas implicações pedagógicas] foi imprescindível para a “inserção crítica” no contexto local no intuito de desvelá-lo. **Aponta-se para a Química Verde, uma vez que esta incorpora princípios importantes com destaque à prevenção dos problemas de poluição no meio ambiente.** Este é um debate atual no campo da ciência química e nós estamos **propondo que este seja um debate também para o campo da educação.** Busca-se a participação social numa perspectiva de ensino

CTS para que essas tecnologias preventivas se configurem no cenário da indústria química, incluindo a carbonífera (PPGECT05-D4, p. 12, grifo nosso).

Percebe-se, no fragmento, que a mestranda reconhece que a QV pode contribuir com uma formação crítica do aluno de química da escola média, para atuar preventivamente nos problemas causados pela atividade extrativista do carvão mineral (cujo teor de enxofre é elevado e com técnica de extração ultrapassada). Por fim, a mestranda enfatiza ainda como os cursos de formação de professores não têm tratados de questões ambientais, tais como essa.

Outras duas autoras apresentam para a incorporação da QV no ensino e na formação dos químicos e professores de Química, motivações atreladas às suas experiências profissionais e acadêmicas, associadas, portanto, a características da motivação intrínseca (GUIMARÃES, 2009), conforme relatado, por exemplo, no trabalho de PPGECT11-D33:

As motivações pessoais para escolha do referido tema [abordagem de temáticas ambientais no ensino de Química] [...] considero importante relatá-las brevemente. [...] O envolvimento em reflexões [desenvolvidas junto a um grupo de pesquisa], foi fundamental para minha decisão em aprofundar os estudos [...], por exemplo, a necessidade de “problematização” da visão naturalista de meio ambiente — sobretudo, ao se optar por uma educação em Química atenta, atuante e crítica sobre a relação entre a própria Química e os problemas ambientais. [...]. Ainda na graduação, durante uma disciplina de Química Orgânica Experimental, tive contato pela primeira vez com os chamados princípios da Química Verde (QV) [...]. A ideia central era desenvolver práticas experimentais que minimizassem ao máximo possíveis danos ambientais, inclusive, para a saúde humana. **Devido a esta proposta diferenciada, meu interesse pelas discussões envolvendo a QV começou a aumentar**, estendendo-se para as questões de ensino durante minha participação na II Escola de Verão em Química Verde, oferecida pelo Instituto de

Química (IQ) da Universidade de São Paulo (USP) [...]. Todavia, o curso foi voltado, preponderantemente, para alunos de Bacharelado em Química e Engenharias Química, Ambiental e Sanitária, o que instigou às perguntas: **não seria possível e relevante levar os princípios e/ou os conhecimentos tecnocientíficos desenvolvidos pelos “químicos verdes” para o ensino de Química da Educação Básica? Há possibilidade de articular esta perspectiva preventiva da QV com a abordagem contextualizada de determinados problemas ambientais na educação em Química? De que forma esta articulação poderia contribuir para ensinar a Química dentro de uma concepção que destacasse o papel social da mesma? Como que a produção científica contemporânea em QV, bem como, na área da Química Ambiental, poderia contribuir para uma atuação docente visando à formação da cidadania?** (PPGECT11-D33, p. 29-32).

Seu trabalho de dissertação consistiu em um estudo teórico-reflexivo sobre a abordagem de temáticas ambientais no ensino de Química da Educação Básica, tendo como ponto de partida interlocuções teóricas dos campos ambiental, científico e educacional, em textos publicados em dois periódicos específicos. E o objetivo geral dessa dissertação foi o de contribuir para a abordagem crítica e socioambiental de temáticas relativas ao meio ambiente na educação em Química. As frases da autora evidenciam as contribuições proporcionadas pela abordagem filosófica da QV durante sua trajetória acadêmica e pelos processos de formação dos quais participou além do curso regular (por exemplo, a Escola de Verão em QV). Outro elemento de destaque na voz da mestranda — na forma de indagações a si própria — é a associação da QV com a Química Ambiental para construir uma atuação docente na perspectiva da formação cidadã do aluno de licenciatura em Química, como modo, incluso, de favorecer o ensino de química na educação básica.

Esse trabalho é claramente um sinal de que os químicos preocupam-se em problematizar a inserção ambiental na formação e no ensino, ancorando-se na Química Verde (não exclusivamente) para fazer com que essa área evolua para outra perspectiva, e não somente aquela

de aperfeiçoamento técnico e de uma especialidade (subárea) da química.

Com motivação atrelada igualmente à experiência acadêmica e profissional é que a tese PPGE10-T10 foi desenvolvida, sendo justificada pela autora no fragmento que segue:

Em 2002 recebi o título de mestre, mas não estava totalmente satisfeita com os resultados conquistados. Parecia-me que deveria aprofundar mais meu conhecimento sobre o campo do ensino de Química. Assim, resolvi continuar na carreira acadêmica e em agosto desse ano ingressei no doutorado [...].

Os trabalhos envolvendo química verde, também chamada de química ética ou sustentável, assim como o ensaio do biólogo Hans Jonas sobre uma ética para uma civilização tecnológica, solidificaram minha escolha do tema de pesquisa. Passei então a me dedicar à compreensão e aplicabilidade dos princípios básicos da Química Verde acessando um trabalho de Michael Cann, onde eram apresentadas formas de abordar a química verde nos conteúdos da química inorgânica, orgânica, geral e ambiental (PPGE10-T10, p. 03).

A autora apresenta o que foi avaliado ao longo do desenvolvimento de sua pesquisa:

- a) Minha atuação na elaboração e aplicação de **uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais** e
- b) A atuação dos licenciandos na elaboração e aplicação de propostas de abordagem sócio-ambiental para os conteúdos de química para o ensino médio, durante as disciplinas Prática de Ensino de Química e Projetos de Ensino de Química na Instituição de Ensino Superior na qual trabalhava (Ibid., p. 26, grifo nosso).

Essa tese apresenta uma particularidade, pois a autora buscou avaliar sua prática docente, além de elaborar, aplicar e avaliar uma metodologia para promover a aprendizagem sobre QV, por parte de

licenciandos e professores. Vale destacar que, da amostra total de T&D analisadas em nossa pesquisa, esse é o único trabalho que apresenta tais características de pesquisa-ação.

Como vimos, tanto PPGE11-D33 quanto PPGE10-T10, para além das motivações pessoais (experiências profissionais e acadêmicas anteriores), discutem a importância de questões socioambientais no ensino de Química.

Destacamos ainda outras três dissertações (PPGE01-D1, PPGE11-D32 e PPGE12-D42), também classificadas nessa subcategoria, que indicam características comuns entre si quanto às motivações apresentadas. Nelas, ressaltam-se os aspectos da crise ambiental, associados às atividades/produtos químicos, buscando destacar o papel que o ensino de Química pode exercer para ajudar na compreensão da crise e na formação para uma atuação preventiva aos danos ambientais.

Seguindo a ordem cronológica de defesa dessas dissertações, apresentamos fragmentos extraídos que justificam esse entendimento:

O presente trabalho traz **um estudo sobre as relações da Química com os problemas ambientais, e como tais questões são tratadas nos cursos de formação inicial de professores de química.**

Com o objetivo de identificar e analisar ementas, conteúdos, temas, objetivos e bibliografia, **segundo o enfoque químico dado aos problemas ambientais**, desenvolveu-se uma pesquisa documental nos programas oficiais e planos de ensino de diferentes disciplinas de química nos currículos dos Cursos de Licenciatura em Química [...]. **As relações procuradas foram analisadas tomando como parâmetro os princípios básicos da Química para o Ambiente, do programa Green Chemistry (PPGE01-D1, p. IX, grifo nosso).**

A crise ambiental vem demonstrando a indispensável e urgente necessidade da tomada de consciência das pessoas sobre suas causas e as imperativas mudanças nos padrões sociais, culturais, econômicos e produtivos, em direção a uma maior sustentabilidade nas relações com a natureza. Neste sentido, **as ciências da natureza,**

particularmente a Química, têm papel importante nas soluções e na prevenção dos problemas ambientais, aspectos estes que precisam estar presentes desde a formação de químicos bacharéis e licenciados [...]. E, na mesma direção, a emergente área da Química Verde pode dar um singular apoio e influenciar a educação Química (PPGECT11-D32, p. 71, grifo nosso).

A partir da década de 90 as questões ambientais passaram a receber destaque na mídia nacional e internacional [...] a atividade química é frequentemente relacionada, direta ou indiretamente, à maioria dos chamados “desastres ambientais”, embora outras atividades humanas também sejam responsáveis pela degradação e poluição ambiental. [...]. **Colocar em prática os princípios da química verde pode parecer algo muito distante da realidade atual observada na maioria das escolas, dos laboratórios de pesquisa e didático. Mas a partir de conhecimento, reflexão e pequenas iniciativas, é possível associar a química a alternativas mais verdes, desfazendo o conceito que a química está relacionada somente à poluição e degradação ambiental,** esquecendo-se de todas as suas contribuições e avanços para a melhoria da qualidade de vida (PPGE12-D42, p. 1-2, grifo nosso).

Como sinalizamos, todas essas pesquisas apresentam como principal motivação a contribuição do ensino da QV para atuar na crise ambiental⁴³, ou seja, uma motivação extrínseca (GUIMARÃES, 2009), pois é a crise ambiental que exige uma resposta da química para o enfrentamento desses problemas. Não obstante, tal motivação produz uma ação para resolvê-la, de modo que os autores assumem que há uma necessidade de formação de educadores químicos com uma visão mais ampla e profunda das inter-relações e da complexidade em torno das questões ambientais, considerando os limites do ambiente natural. Por

⁴³ O entendimento de crise ambiental, expresso pelas autoras, vai ao encontro da definição crítica, de Pinto e Zacarias (2010), apresentada ao longo do segundo capítulo da tese.

exemplo, conforme aponta a autora do trabalho PPGECT11-D32, que associa essa visão à adoção de um novo paradigma, no caso, o ecológico de Thornton (2000), este tem foco na prevenção de efeitos de substâncias químicas e na precaução nas práticas cujos efeitos podem causar danos graves, mesmo que não existam provas para esse risco. Como essa perspectiva leva em conta o princípio da precaução, em face da incerteza científica, visa antecipar e prevenir os danos ambientais. É nesse aspecto que a QV procura relacionar-se, segundo seus precursores (ANASTAS; WARNER, 1998), centrando-se, entretanto, na prevenção. Assim, em PPGECT11-D32, a autora expressa sua visão:

Com a Química desempenhando papel fundamental para encontrar soluções e auxiliando no desenvolvimento de um novo paradigma para as suas práticas frente aos limites do meio ambiente, a Química Verde parece contribuir com o desenvolvimento de metodologias e processos que utilizem e gerem menor quantidade de substâncias tóxicas e/ou inflamáveis, reduzindo assim os riscos e auxiliando o tratamento dos resíduos gerados nos processos químicos. **Para tanto, os procedimentos educativos e de formação profissional necessitam incorporar a dimensão ambiental, incentivando uma melhor compreensão dos mesmos e buscando introduzir práticas da QV nos processos educacionais.** Estes são elementos que podem contribuir significativamente ao desenvolvimento de uma educação química numa perspectiva crítica e emancipatória (PPGECT11-D32, p. 74-75, grifo nosso).

A formação para essa nova visão também é reconhecida em PPGE01-D1:

[...] a concepção de *Química para o meio ambiente* **está sustentada na perspectiva de promover conhecimentos para uma formação menos limitada ao saber específico desta Ciência.** Mais que um “saber sobre...”, se constrói mediante a articulação das diversas áreas do conhecimento, **pois busca formar profissionais**

para atuarem na sociedade frente à complexidade ambiental.

A Química para o meio ambiente tem em vista, dentre outros objetivos, a mudança do atual modelo de construção do conhecimento químico, de forma a entender a Ciência como atividade humana, cultural, histórica e, portanto, não neutra (PPGE01-D1, p. 52, grifo nosso).

Essas duas últimas dissertações problematizam a inserção da temática ambiental, pelo viés da QV (cabe lembrar que, em PPGE01-D1, o termo Química para o ambiente é utilizado como sinônimo de QV), no ensino e também na formação de professores de Química ao analisarem o currículo de cursos de licenciatura em Química. Neste sentido, a amplitude da circulação dos resultados dessas pesquisas poderá fornecer aos cursos analisados o suporte para problematizarem e superarem o modelo de formação mais restrito, seja quanto à visão de ciência, seja ao modo como a química vê e atua nos problemas ambientais, favorecendo, assim, o desenvolvimento de posturas de prevenção à poluição. Caso contrário, se não houver retorno aos cursos, diretamente ou por publicações, as dificuldades de mudanças aumentam e o papel social e acadêmico da pós-graduação deixa a desejar.

Por fim, em outras duas dissertações (PPGQ06-D7 e PPGE13-D46) foi possível classificar as motivações que levaram ao desenvolvimento das pesquisas, a aspectos associados à *Melhoria técnica para atingir a Sustentabilidade e o Desenvolvimento Sustentável* (outra de nossas subcategorias) por meio dos princípios da QV.

A pesquisa de PPGQ06-D7 objetivou sintetizar catalisadores, atendendo a princípios QV, na qual identificamos como motivação os argumentos expostos no fragmento:

Diante destas tão infames relações da química com lado mal da humanidade, **muitos cientistas começaram a ter um consenso de uma química mais sustentável, mais benigna.** Não se preocupando somente com os aspectos da mídia avassaladora (que tem autonomia de eleger ou destruir alguém), mas tendo em mente as malefícências geradas pelos processos químicos e a busca de métodos químicos alternativos que sejam mais delicados ao meio ambiente. **A ambição da procura de novos processos**

químicos alinhados com a preservação da natureza é maior que o conceito de um desenvolvimento sustentável. Pois além de produzir benefícios à humanidade, esta ambição está preocupada com a qualidade do meio ambiente, então se pode denominar que esta química não é somente sustentável, mas ela é química verde (PPGQ06-D7, p. 2, grifo nosso).

Para o autor, a atitude dos químicos deve ser pautada em ações que possam ajudar na manutenção e melhoria do nosso planeta (preservação), mantendo e melhorando a qualidade de vida e diminuindo os danos causados ao ambiente. Isso, para o autor, se faz por meio de medidas que almejam um desenvolvimento mais sustentável, sendo este o novo direcionamento consolidado pela Química Verde. Contudo, no fragmento, não fica claro seu entendimento acerca de desenvolvimento sustentável, visto que parece usá-lo antes como sinônimo de QV, algo nada incomum, já que o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos também faz uso dessa acepção. Além disso, o autor exprime uma visão acrítica sobre a preservação ambiental, desconhecendo/negligenciando a questão dos limites ambientais ao suportar as transformações irreversíveis da matéria operadas pela química, como lembram Marques e Machado (2015) ao discutirem a relação entre os postulados termodinâmicos e o conceito de DS.

Associado a esse discurso sobre a importância da QV, o autor ainda expõe:

Esta série de critérios que endossam a química verde como filosofia, é nada mais que uma das iniciativas **a redução do impacto ambiental. Esta nova ideologia incentiva a implementar a química verde em escala comercial e industrial e também em instituições de ensino e/ou pesquisa científica** (PPGQ06-D7, p. 5, grifo nosso).

Seu reconhecimento acerca da importância de se ensinar a QV (e também desenvolver pesquisas em QV), é justificado pelo entendimento de que essa filosofia fornece ferramentas para atuar de forma preventiva frente aos danos ambientais.

Assim, ao observarmos a existência de distintas motivações que levaram os autores a desenvolver suas pesquisas, explícita ou implicitamente associados à QV, todas apontam para o seu emprego como parte dos estudos que a Química deve desenvolver para agir com responsabilidade socioambiental, em diferentes contextos. As motivações expressas nas T&D são importantes para a formação de uma cultura ecológica que favoreça os sujeitos a adquirir não apenas conhecimentos comportamentais ou atitudinais, mas processuais em relação aos cuidados com o ambiente. Neste sentido, o ensino da QV parece indicar, para vários desses autores, um caminho que busca proporcionar mudanças na relação entre o uso/aplicação/produção da Química e a perspectiva da prevenção (MARQUES; MACHADO, 2015).

As discussões a seguir referem-se à próxima categoria, destinadas à apresentação das reflexões relacionadas ao papel atribuído ao ensino da QV nas T&D do círculo esotérico.

4.2.4 Papel atribuído ao ensino da Química Verde

Conforme apresentado e discutido no capítulo 3, os documentos que normatizam e orientam o ensino de Química no país fazem referência e destacam a importância da abordagem da temática ambiental em todos os níveis de ensino. Desta maneira, para que a Química Verde possa ser aplicada na indústria, nas pesquisas e no desenvolvimento de (novos) produtos, é indiscutível, ou melhor, indispensável, que deva ser ensinada em nível acadêmico, ou seja, em cursos de graduação e pós-graduação em Química, Engenharias, além daqueles cursos que têm relação com áreas ambientais e utilizem conhecimentos químicos. Além disso, é preciso reconhecer a importância de que, já na educação básica, se desenvolva uma cultura científica de cuidados com o ambiente (ZUIN; MARQUES, 2014; 2015), que possa contribuir não apenas com conhecimentos atitudinais, mas também com conhecimentos durante a alfabetização científica dos alunos.

Levando tais aspectos em consideração, nesta categoria discutimos como o papel conferido ao ensino da QV é identificado nos trabalhos. Não obstante, cabe ressaltar que em alguns dos fragmentos apresentados nas análises anteriores já foi possível inferir elementos/argumentos relacionados ao papel atribuído ao ensino da QV nas justificativas dos autores.

Dentre as seis classificações (subcategorias) definidas *a priori* (vide Gráfico 12), em apenas três delas enquadrámos os quatorze trabalhos, a saber: subcategoria *Ensino prático/experimental* (aqueles quatro trabalhos produzidos no âmbito da pós-graduação em Química: PPGQ06-D7, PPGQ07-D8, PPGQ05-T2 e PPGQ10-T9); na subcategoria *Inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade*, o trabalho PPGECT11-D33, e na subcategoria *Novo tipo de formação do Químico/Professor*, os trabalhos PPGE02-D1, PPGECT05-D4, PPGE08-D14, PPGECT11-D32, PPGE12-D42, PPGE13-D46, PPGE13-D50, PPGE10-T10 e PPGE10-T11.

Nossa interpretação acerca do papel atribuído ao ensino da QV, nos trabalhos categorizados como *Ensino prático/experimental* (talvez, não por acaso, sejam oriundos dos PPG em Química), está diretamente relacionada à natureza do conhecimento neles subjacente (aspecto já sinalizado na segunda categoria analítica). Nessas pesquisas, a ênfase identificada tem como base as características da racionalidade técnica, e talvez por isso apresentem a proposição/realização de atividades laboratoriais como motivação ao emprego de princípios da QV. Essa relação permite-nos concluir que o entendimento — embora não explícito — dos autores desses trabalhos (PPGQ06-D7, PPGQ07-D8, PPGQ05-T2 e PPGQ10-T9) sobre o papel do ensino da Química Verde está diretamente associado ao emprego da QV mediante uma abordagem estritamente experimental (subcategoria em questão).

Essa interpretação resulta, por exemplo, da análise do fragmento extraído de PPGQ07-D8:

A aplicação dos princípios da Química Verde pode até parecer algo distante da realidade química atual, no Brasil e no restante do mundo, observada em grande parte no setor industrial e nos laboratórios e centros de pesquisa. Porém, através de alternativas verdes e com investimentos na pesquisa, é possível eliminar, ou pelo menos reduzir, o antigo conceito de que a química esteja diretamente relacionada com a poluição e a degradação ambiental de nosso planeta.

Os princípios da Química Verde pautam-se no bom senso, de modo que vários governos, empresas, pesquisadores e professores já estão mudando o foco e usando “lentes verdes” em suas atividades e projetos. Mas para que os objetivos sejam atingidos não bastam o conhecimento químico básico e o trabalho de

profissionais competentes e criativos. É preciso que haja recursos financeiros para atividades de pesquisa científica e inovação tecnológica, além de incentivos governamentais para empresas, legislação e fiscalização adequadas, educação ambiental e outros requisitos (PPGQ07-D8, p. 43, grifo nosso).

A argumentação pauta-se na aplicação dos princípios QV (característica da própria proposta de pesquisa desenvolvida em sua dissertação), como uma espécie de “ferramenta para consertar” os descuidos da Química no ambiente, cuja ação técnica (mais ecoeficiente) promoveria a melhoria da imagem da área, por meio da redução ou eliminação da poluição. A autora reconhece que o emprego desses princípios não é algo simples, mas o “bom senso” tem feito que, aos poucos, a QV venha sendo inserida nas indústrias, nas pesquisas (favorecendo a transformação no modo de se produzir e desenvolver a Química) e no ensino, pois professores “já estão mudando o foco e usando ‘lentes verdes’ em suas atividades e projetos”. Interpreta-se que, por meio dos princípios, se está fomentando o debate acerca da importância do trabalho com questões ambientais em aulas de Química. A autora ainda sinaliza sobre a necessidade de investimentos governamentais (econômicos) para o desenvolvimento de pesquisas na área, incluindo o campo da educação ambiental. Embora não o expresse diretamente, tal entendimento sobre a presença e o papel da educação ambiental pode estar ancorado na perspectiva da ambientalização curricular, isto é, em sua institucionalização na educação superior, conforme sinalizam Zuin, Farias e Freitas (2009). É uma inferência muito tênue, mas o desenvolvimento de práticas químicas mais ecoeficientes e a sinalização de um processo educativo apontam que a autora tem uma visão formativa de superação do modelo atual.

Dentre as outras T&D dessa subcategoria, destacamos o trabalho PPGQ10-T9, que apresenta argumentos muito similares aos da dissertação anterior:

A Química verde é um enorme desafio para aqueles que procuram aplicar os seus princípios, seja na indústria, educação ou pesquisa. Os desafios trazidos por essa prática criaram grandes oportunidades para a descoberta e aplicações de novas tecnologias químicas, para a

melhoria das condições ambientais do planeta e para retirar o estigma que a química possui de estar relacionada a processos poluentes (PPGQ10-T9, p. 3, grifo nosso).

Aqui também se percebe que a aplicação dos princípios QV é reconhecida como um desafio para a indústria, a pesquisa e a educação. Embora não discorra a respeito, já que o tema central da tese trata de propostas de reações e sínteses que visam à adoção da QV por meio de seus princípios, podemos interpretar que seu entendimento seja de que esse tipo de motivação (sínteses mais limpas e ambientalmente eficientes) seja explorado no ensino, evidenciando, assim, a importância da área experimental no ensino, que deverá contribuir para a penetração da QV.

Esta é a característica predominante nos trabalhos produzidos em PPQ, muito embora não se configure de maneira clara se as propostas e relatos de experiência, desenvolvidos e apresentados nessas T&D, impliquem, efetivamente, em um desenho de ensino da QV onde se possa ver o papel que esta desempenhará na formação do químico, ao passo que é possível entrever também sua defesa. Logo, tais manifestações aparecem antes com caráter de divulgação, essencialmente por meio de propostas de atividades experimentais, como as contidas nos trabalhos PPGQ06-D7, PPGQ07-D8, PPGQ05-T2 e PPGQ10-T9. Recolhemos essas manifestações como um amadurecimento na postura da comunidade dos químicos, superando/transformando visões da química clássica, que favorecem a introdução da QV no seio da química, com reflexos em seu ensino.

Já nas T&D restantes (PPGECT11-D33, PPGE02-D1, PPGECT05-D4, PPGE08-D14, PPGECT11-D32, PPGE12-D42, PPGE13-D46, PPGE13-D50, PPGE10-T10 e PPGE10-T11), foi possível perceber que há uma tênue linha entre a argumentação e os entendimentos acerca da inserção da dimensão ambiental no ensino da Química. E foi com base nas justificativas utilizadas pelos autores para a adoção dessa dimensão e na explícita relação com o ensino da QV que esses trabalhos foram categorizados.

Para exemplificar, destacamos a dissertação PPGECT11-D33, cuja pesquisa trata da abordagem de temáticas ambientais no ensino de Química, feita por meio da perspectiva Crítico-Transformadora e em sintonia com o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade. Para tanto, a autora defende o desenvolvimento de práticas didático-metodológicas que possibilitem articulações com a QV. Por causa dessa ênfase, foi

classificada na subcategoria *Inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade*, conforme podemos perceber nos fragmento a seguir:

É, portanto, no contexto destas abordagens que inserimos nosso trabalho. Temos clareza que nossa pesquisa não é voltada ao currículo e, neste sentido, não oferece contribuições aos processos de (re)orientação curricular pautados na concepção freireana de educação [...]. No âmbito das abordagens teórico-metodológicas envolvendo a estruturação curricular a partir de temáticas emergentes da realidade local dos alunos e, por isso, representativas de problemas do ambiente (na perspectiva globalizante de meio ambiente) vivido por eles, vemos que os recortes do conhecimento, ou seja, os conteúdos específicos são selecionados subordinadamente aos temas de ensino (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002). **Isto significa que, no caso do ensino de Ciências/Química, a conceituação científica/química precisa ser contemplada na programação de forma a possibilitar a construção de uma nova visão sobre o tema e sobre a problemática local.** Neste sentido, seguimos nossa discussão buscando **evidenciar possíveis contribuições da Química Ambiental (QA) e da Química Verde (QV) à compreensão de temas envolvendo problemas ambientais** (PPGECT11-D33, p. 121-122, grifo nosso).

Evidenciamos na leitura que o papel atribuído ao ensino da QV, juntamente com o da QAmb, pretendia possibilitar a discussão de problemáticas ambientais, favorecendo a compreensão do contexto local dos alunos. Mas a autora vai além, problematizando aspectos importantes para a compreensão do papel e o desenvolvimento da C&T:

Neste sentido, **e na medida em que a preocupação central da QV é superar a mera eficiência “técnica” e econômica dos processos químicos, com vistas ao desenvolvimento de alternativas menos poluentes ou não-poluentes, nossa compreensão é de que ela não se trata**

apenas de uma questão do ponto de vista da Ciência, mas também para o campo político e educacional. Para o primeiro, porque, concordantes com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), entendemos que “a produção em ciência/tecnologia é fortemente direcionada por políticas de desenvolvimento científico e tecnológico articuladas a planos estratégicos governamentais e à infra-estrutura financeira” (p. 69). E, para o segundo, porque: **1º) implica a necessidade de mudanças nos processos formativos de bacharéis e licenciados em Química para que estes possam repensar as atividades químicas e os valores subjacentes a elas, e atuar frente à complexidade da problemática ambiental; e 2º) a exemplo de outros “temas da C&T”** (como transgenia, clonagem, fontes alternativas de energia, etc.), **requer uma leitura crítica por todos os cidadãos para uma autêntica democratização dos conhecimentos em QV, a partir da superação do modelo de decisões tecnocráticas, da perspectiva salvacionista da C&T e do determinismo tecnológico** — três mitos que, segundo Auler e Delizoicov (2001) e Auler (2002) são encarados como manifestações da concepção de neutralidade da C&T (PPGECT11-D33, p. 123, grifo nosso).

A mestranda apresenta uma visão holística acerca da Química Verde, indicando a necessidade de se superar as visões que a associam à racionalidade técnica e econômica, uma vez que reconhece sua contribuição na esfera política e educacional. Afirma ainda que a QV deva fazer parte da formação dos químicos e professores de Química, pois além de proporcionar a superação de visões salvacionistas da C&T, oferece aporte para a tomada de decisões críticas e conscientes, principalmente naquelas que envolvem a relação da Química com o ambiente. São aspectos que evidenciam suas justificativas para ensinar a QV, cujo centro argumentativo é a busca por transpor uma visão acrítica das *Inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade*.

A necessidade de superar visões reducionistas e ingênuas da neutralidade da ciência e da tecnologia pode, segundo a autora, ser proporcionada pelo ensino da Química Verde, mas juntamente com o

aporte do enfoque CTS, contribuindo, assim, com a abordagem dos temas ambientais e favorecendo a compreensão da problemática que os envolve e suas relações com a Química.

Como apontado, nas demais pesquisas (PPGE02-D1, PPGE05-D4, PPGE08-D14, PPGE11-D32, PPGE12-D42, PPGE13-D46, PPGE13-D50, PPGE10-T10 e PPGE10-T11), a justificativa predominante, associada ao papel atribuído ao ensino da QV, está ligada à ideia de um *Novo tipo de formação do Químico/Professor*.

Essas pesquisas fornecem aportes que podem fomentar discussões acerca de questões sociais, morais, econômicas e éticas, associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico, especificamente da Química. Segundo apreendemos da análise, essas T&D apresentam aspectos que podem contribuir para um novo tipo de formação química, voltado aos cuidados com o meio ambiente e por meio de discussões mais amplas. Para corroborar essa afirmação, destacamos um fragmento extraído de PPGE02-D1:

Nesse primeiro momento, é necessário que se elucide alguns pontos em questão. **O primeiro deles é a compreensão que se deve ter de que a formação do professor por si só exige um contexto de complexidade, em que vários aspectos necessitam ser analisados e questionados.** Outro ponto subsequente deste, é o fato de uma formação de professores que vise a busca por um profissional com uma ampla visão de mundo e ambiente e, consciente das inter-relações entre Química e os problemas ambientais é, sem dúvida algo que exige bem mais, como discuti-se a seguir (PPGE02-D1, p. 36, grifo nosso).

Percebe-se que a autora reconhece a complexidade dos fatores envolvidos com os problemas ambientais, derivados da Química, ao longo do processo formativo de seus professores, mesmo que não discorra muito sobre os fatores que influenciam na transformação ou superação de visões reducionistas de mundo e ambiente nos profissionais da área. Já quanto ao papel do ensino da QV, aponta que:

a concepção de Química para o meio ambiente está sustentada na perspectiva de **promover**

conhecimentos para uma formação menos limitada ao saber específico desta Ciência. Mais que um “saber sobre...”, se constrói mediante a articulação das diversas áreas do conhecimento, pois busca formar profissionais para atuarem na sociedade frente à complexidade ambiental. A Química para o meio ambiente tem em vista, dentre outros objetivos, a mudança do atual modelo de construção do conhecimento químico, de forma a entender a Ciência como atividade humana, cultural, histórica e, portanto, não neutra. [...] **a Química para o Meio Ambiente não só ensina métodos e ferramentas, mas busca novos conhecimentos que possam possibilitar uma formação mais responsável** (PPGE02-D1, p. 52-54, grifo nosso).

Indiscutivelmente, a autora defende que o ensino QV (ou Química para o ambiente) deva fazer parte da formação (em se tratando de uma pesquisa que analisa currículos de cursos de licenciatura em Química, subentende-se que esteja se referindo à formação de professores de Química), por proporcionar a aquisição/desenvolvimento de novos conhecimentos não restritos à racionalidade técnico-instrumental (métodos, técnicas, ferramentas, fórmulas, etc.), colaborando com uma visão mais crítica sobre o conhecimento químico e a neutralidade da ciência (no caso, sua superação). Ou seja, a QV deve ser inserida nos processos de formação dos químicos para contribuir com o desenvolvimento do senso crítico, possibilitando, assim, uma melhor compreensão das variáveis envolvidas nas questões do ambiente e da Química, além de influenciar a prática dos futuros docentes.

A dissertação PPGE12-D42 traz aspectos similares ao apontado na pesquisa anterior:

Ao se trabalhar com a QV é preciso uma mudança na forma de se pensar em relação à prática da Química, pois seus métodos vão além da reprodução de metodologias, reagentes e solventes já testados e comumente utilizados. Mas que necessita do apoio de indústrias, governantes, **na qual a educação tem um papel fundamental na sua disseminação na sociedade.** Apesar da sua presença nos currículos ainda ser muito pequena aos poucos está se tornando mais presente em

publicações e em eventos o uso do termo “Química Verde”.

Fazendo uma avaliação do currículo do curso de Química observa-se que a maior preocupação tem sido com o domínio de técnicas e memorização de conteúdos, claro que esse domínio é necessário, no entanto, **é possível formar cidadãos e profissionais mais conscientes, com capacidade de se adaptar as exigências que o mercado propõe, ou seja, pessoas mais engajadas com as questões ambientais** sem implicações na aquisição de conhecimento dos conteúdos das disciplinas. **Educar futuros e atuais químicos em QV é um primeiro passo necessário para prevenir a poluição através de produtos mais seguros e processos químicos mais ecológicos** (PPGE12-D42, p. 58-59).

A autora aponta ainda que a QV é pouco presente nos currículos de cursos de Química, e que seu ensino não deve se reduzir ao domínio de técnicas (embora isso também seja importante), mas sim a uma formação que possibilite, além do domínio de conteúdos, formar cidadãos mais conscientes e capazes de se adaptar às exigências do mercado, neste caso, engajadas com questões ambientais. É uma argumentação distinta das demais, pois uma das razões tanto para o ensino da QV quanto para uma atuação responsável é atender às exigências do mercado, supostamente interessado em produtos e processos “mais limpos”. Distintamente de muitos outros trabalhos que explicitam razões éticas, esse “acrescenta” motivações econômicas ao ensino da QV. Enfim, outro papel, além daquele já discutido e evidenciado, qual seja, de a QV associar-se, na formação do químico, ao seu principal objetivo, que é o da prevenção de danos ambientais.

Em PPGE08-D14 também podemos perceber o reconhecimento da abordagem da QV na formação de professores de Química:

[...] acreditamos que o entendimento da incorporação da Educação Ambiental e do desenvolvimento sustentável na matriz curricular dos cursos de Licenciatura em Química possa estar sendo desenvolvida através do conhecimento das representações sociais de Química Ambiental e da filosofia da Química Verde, no âmbito do currículo e na linguagem dos discentes e docentes

envolvidos no processo educativo. **Concordamos também que as pesquisas em Educação Química devam estar atentas aos princípios da Química Verde, considerando que a expansão dessa área no meio acadêmico pode contribuir para a formação de profissionais mais responsáveis e tecnicamente capazes na definição de processos químicos que incorporem a variável ambiental (PPGE08-D14, p. 30-31, grifo nosso).**

Nessa pesquisa, o autor busca investigar as representações sociais acerca do termo Química Ambiental entre estudantes dos cursos de Bacharelado em Química Ambiental e Licenciatura em Química do Instituto de Química da USP. Ele defende um novo olhar para a educação química, em que o currículo de licenciatura em química possa abrir espaço para incorporar os ideais da Educação Ambiental e do Desenvolvimento Sustentável, e que isso possa ser favorecido pela aplicação dos saberes derivados da QAmb e da QV. Sua pesquisa apontou que essas duas vertentes (a disciplina QAmb e a abordagem QV) estão, de algum modo, contribuindo com conhecimentos e metodologias que favorecem a incorporação da dimensão ambiental no currículo.

Por fim, apresentamos o entendimento acerca do papel do ensino da QV expresso no trabalho PPGE13-D50:

Nos últimos 5 anos, o movimento conhecido como Química Verde foi introduzido de maneira mais contundente no sistema de ensino, compreendendo-o na condição de filosofia, o pensamento-ação em interlocução com as dimensões socioambientais, principalmente nas universidades. **Neste sentido importa refletir sobre o currículo de formação de profissionais do campo da Química, com ênfase aos professores, que implica na seleção de conteúdos, desenvolvimento de materiais didáticos, análise de procedimentos metodológicos mais adequados para a abordagem de temas coadunados à Química Verde, na reflexão epistemológica acerca do papel da ciência e da educação científica, da**

experimentação, dentre outras dimensões relevantes (PPGE13-D50, p. 2, grifo nosso).

A autora também confere a necessidade da inserção da QV nos currículos universitários por ser um objeto emergente de pesquisa, inclusive nos sistemas de ensino, envolvendo especialmente a formação de profissionais do campo da Química, incluindo a formação de seus futuros professores. Em sua análise e afirmação, considera “contundente” essa “introdução”, algo que alguns autores não têm constatado, a exemplo de estudos recentes conduzidos por Zuin e Marques (2014; 2015). Contudo, o aspecto mais importante nesse fragmento é a assertiva de que “importa refletir sobre o currículo”, que implica na seleção de conteúdos, no desenvolvimento de materiais didáticos, na análise de procedimentos metodológicos propícios à abordagem de temas ligados à Química Verde. Concordamos com a preocupação da autora, que expressa uma visão comprometida com mudanças curriculares e epistemológicas que consolidem a evolução da química para a perspectiva de cuidados com o ambiente.

Assim, ao finalizarmos essa análise da categoria que buscou indicar a visão de autores de T&D sobre o *papel atribuído ao ensino da QV*, resultaram claros o reconhecimento e os argumentos a favor do ensino da QV e seu papel na formação docente, especialmente frente às demandas atuais relacionadas à dimensão/problemas ambiental. Na maioria das T&D, a argumentação quanto aos motivos de se ensinar a QV está associada a um novo tipo de formação dos químicos e de seus professores. Por meio dela (isto é, do ensino da QV), pode-se chegar ao desenvolvimento de uma visão ampla, holística, crítica e reflexiva, a ponto de se constituir em um elemento de transformação da realidade, além de contribuir para a superação de aspectos reducionistas e salvacionistas da C&T. Percebemos também que alguns trabalhos estabelecem a QV como um elemento de integração com os setores acadêmico e industrial, onde priorizará processos que levam em conta considerações socioambientais. Todavia, em um trabalho, essa integração foi vista como uma forma de atender às demandas do mercado, algo que destoa das demais justificativas e razões ao seu ensino.

A seguir, apresentamos a última categoria analítica, na qual discutiremos como se apresentam/caracterizam os modelos de implementação do ensino da QV, nas T&D.

4.2.5 Modelos de implementação do ensino

A fim de concluir a configuração da cadeia de características acerca do ensino da QV, detectada a partir da análise do *corpus* desta investigação, baseando-se em Marques e Machado (2015), e também em Goes e colaboradores (2013), buscamos identificar os modelos à sua implementação na formação da química, particularmente de professores de química. Isto é, de que maneira os autores das T&D reconhecem/sugerem/defendem/apontam que a Química Verde deve/possa ser inserida no ensino da Química. Para tanto, construímos, a partir dos referenciais indicados, quatro subcategorias, a saber: *Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais ao ensino*; *Incorporação de estratégias sustentáveis como conteúdo no currículo de Química*; *Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos*; *Incorporação da QV de modo transversal no currículo*. A subcategoria “*Sem explicitar diferenciação de modelo*” foi utilizada apenas na classificação dos trabalhos constituintes do círculo exotérico, visto não mencionar compreensões explícitas sobre o ensino da Química Verde.

Dentre essas subcategorias, a três primeiras mencionadas foram extraídas e adaptadas do estudo desenvolvido por Goes e colaboradores (2013), cuja formulação se baseou em modelos relacionados ao ensino da QV, propostos por Burmeister, Rauch e Eilks (2012), sinteticamente descritos como: *tradicional, contextual e sócio-científico*. Por ser um estudo mais relacionado a uma experiência com o ensino da QV, tomamo-lo por referência para classificar e interpretar as T&D segundo as definições apresentadas no artigo de Goes e colaboradores (2013).

A primeira subcategoria — *Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais ao ensino* — é constituída por quatro trabalhos oriundos dos PPGQ (PPGQ06-D7, PPGQ07-D8, PPGQ05-T2 e PPGQ10-T9), sendo consequência das características dessas investigações — algo já bastante discutido ao longo das demais categorias —, haja vista que essa categoria:

envolve a incorporação dos princípios da Química Verde em procedimentos experimentais e reflete uma concepção que pode ser considerada mais tradicional. Esse modelo combina objetivos de ensino focados principalmente nos princípios da Química

Verde e nos conceitos básicos de química que embasam tais princípios. Os conceitos principais a serem abordados são os chamados instrumentos da QV. Em termos das dificuldades dos estudantes nesse modelo ressalta-se a necessidade de integração de conceitos das diferentes áreas da química (GOES *et al.*, p. 116, grifo nosso).

Nessas pesquisas, o foco residia no desenvolvimento de atividades experimentais ou de sínteses que demonstrassem a aplicação de princípio(s) da QV, mesmo que tais procedimentos se reduzissem a aplicações de técnicas mais ecoeficientes, portanto, fortemente alicerçadas na racionalidade técnica.

No fragmento abaixo, do trabalho PPGQ06-D7, evidenciamos essas características:

Diante destes preceitos [12 princípios QV], **a catálise assume um dos pilares fundamentais e irrefutáveis da química verde**, oferecendo vantagens sobre as reações estequiométricas em termos de seletividade e minimização de energia. Trabalhos focalizados na aplicação de catalisadores revelam papel importantíssimo em pesquisas na área de química, propiciando **benefícios ecológicos**, humanos, sociais e econômicos. A idéia de desenvolver processos químicos que envolvam a catálise podem também ser estendidas à biocatálise, e também à fotocátalise.

Um caminho bastante atrativo para o desenvolvimento de tecnologias limpas, é sem dúvida a preparação de catalisadores sólidos aplicados não só à remoção de contaminantes dispersos em efluentes mas principalmente, à catálise de reações químicas visando à maximização das reações e minimização de resíduos formados durante o processo reacional. Desta maneira, as habilidades destes compostos sólidos sugerem sua alta aplicabilidade em processos reacionais, principalmente no segmento industrial.

Esta série de critérios que endossam a química verde como filosofia, é nada mais que uma das iniciativas à redução do impacto ambiental. **Esta**

nova ideologia incentiva a implementar a química verde em escala comercial e industrial e também em instituições de ensino e/ou pesquisa científica (PPGQ06-D7, p. 5, grifo nosso).

Na dissertação em questão, que tinha como objetivo a síntese de catalisadores sólidos, percebe-se a ênfase na aplicação de princípios da Química Verde (o nono, especificamente), apontando que o campo da catálise é um dos pilares da QV e, por conseguinte, de sua “ideologia” que busca a redução de impactos ambientais da química. Em outras palavras, o autor desenvolveu (com razão) uma nova técnica mais vantajosa em relação às reações estequiométricas, em termos de seletividade e energia. Algo feito por motivações múltiplas, entre as quais, benefícios ecológicos, humanos, sociais e econômicos. Interpretamos que, para esse autor, a implementação dessa filosofia no ensino ocorreu por meio da inserção dos princípios da QV em atividades experimentais (laboratórios de ensino). Uma compreensão similar sobre motivações se constata também em PPGQ07-D8:

Este conceito [QV] já é relativamente comum em aplicações industriais, especialmente em países com indústria química bastante desenvolvida e que apresentam controle rigoroso na emissão de poluentes. **Também vem sendo gradativamente incorporando ao meio acadêmico, no ensino e pesquisa. Basicamente, há doze tópicos que precisam ser apreciados quando se pretende implementar a química verde** (PPGQ07-D8, p. 4-5, grifo nosso).

Aqui também emerge uma expectativa de melhorar as atividades dos químicos pelo uso dos doze princípios da QV, ou seja, a ideia central dessa afirmação é de que os princípios servem como ferramenta conceitual para o desenvolvimento de uma química ambientalmente limpa ou de uma nova maneira de pensar e desenvolver a química. Contudo, mesmo que esse entendimento seja apropriado (MARQUES; MACHADO, 2015), a questão é que a busca pela aplicação desses princípios não garante, por si só, soluções de verdura química plena (termo utilizado e relacionado ao emprego de métricas em QV) em uma

ciência complexa como a química, sobretudo se considerarmos sua relação com o meio ambiente.

Contudo, essa afirmação, relativa à incorporação da QV e seus 12 princípios no ensino da QV, parece indicar o seu reconhecimento sobre o papel dos mesmos na formação química. É, portanto, um esforço que faz a comunidade epistêmica QV (EPICOCO; OLTRA; JEAN, 2014) para difundir seus princípios e também para trazê-los ao ensino e à prática da Química, favorecendo, assim, a evolução da química clássica para uma nova racionalidade, a ambiental.

Na segunda subcategoria *a priori*, intitulada *Incorporação de estratégias sustentáveis como conteúdo no currículo de Química*, não individuamos nenhuma T&D através da qual pudéssemos obter expressões ou entendimentos claros que dessem significado a tal pretensão. Mas, por não termos feito considerações anteriores em relação ao significado expresso na denominação dessa subcategoria, fizemos isso por representar um importante aspecto envolvendo o ensino da QV, isto é, estratégias para a sua implementação, considerando, mais especificamente, o tema da sustentabilidade. Segundo Goes e colaboradores, esse modelo:

reflete uma concepção contextualizada, a qual combina estratégias de ensino que buscam conexões entre princípios de química e o contexto da indústria química e objetivos de ensino voltados a melhorar a compreensão de conceitos de química através das suas relações com aplicações tecnológicas e questões ambientais. **Em termos de currículo, tais objetivos podem ser adequadamente contemplados em uma disciplina à parte, voltada aos conteúdos específicos da QV** (2013, p. 116, grifo nosso).

Observamos que a ideia de contextualização, enquanto estratégia de ensino, encontra vasto apoio na literatura educacional e no ensino de Química e Ciências (SANTOS; MORTIMER, 1999, COELHO; MARQUES, 2007, FERNANDES; MARQUES, 2015). Mas aqui os autores discutem, de forma mais específica, a forma de se estabelecer conexões entre a QV, aplicações tecnológicas e questões ambientais. Além disso, defendem que, no currículo, isso deva aparecer em uma disciplina à parte. Vale observar que Marques e Machado (2015) identificaram ideias e propostas como esta nos artigos analisados, embora minoritariamente. Em seu artigo, aliás, comentam que os

principais precursores da QV (ANASTAS; WILLIASON, 1996) sempre defenderam a transversalidade desta no campo da química.

Na análise que conduzimos nas T&D, observamos que nenhum dos trabalhos propôs a QV na forma de uma disciplina ou curso introdutório nas grades curriculares dos cursos de química — ou em outros níveis de ensino — em que os autores, porventura, atuavam.

Já a terceira subcategoria sobre o *Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos* foi baseada no modelo 3 de Goes e colaboradores, que:

alinha-se a uma abordagem sócio-científica, combina estratégias de ensino baseadas em resolução de problemas e grupos de discussão voltados aos aspectos controversos sobre tecnologias alternativas, a objetivos de ensino relacionados ao desenvolvimento de habilidades e atitudes com foco no desenvolvimento sustentável (GOES et al., 2013, p. 116-117, grifo nosso).

Baseada na resolução de questões controversas, essa estratégia liga-se à defesa do DS, embora objetive reforçar sua abordagem sócio-científica. Portanto, o ponto de partida é outro quanto à subcategoria antes discutida.

Nas dissertações PPGECT05-D4, PPGECT11-D33 e PPGE13-D50 identificamos características associadas ao como ensinar QV que se aproximam e se justificam pela definição acima. Dentre estas, destacamos PPGECT11-D33.

Para entender o modo como a autora compreende a implementação do ensino da QV, julgamos necessário apresentar um fragmento extraído do 2º capítulo de sua dissertação, que demonstra a sua visão de C&T, a qual interfere diretamente em sua maneira de compreender a relação entre a temática ambiental e a formação de professores de Química:

[...] **na medida em que a preocupação central da QV é superar a mera eficiência “técnica” e econômica dos processos químicos, com vistas ao desenvolvimento de alternativas menos poluentes ou não-poluentes, nossa compreensão é de que ela não se trata apenas de uma questão do ponto de vista da Ciência, mas também para o campo político e educacional.**

Para o primeiro, porque, concordantes com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), entendemos que “a produção em ciência/tecnologia é fortemente direcionada por políticas de desenvolvimento científico e tecnológico articuladas a planos estratégicos governamentais e à infra-estrutura financeira” (p. 69). E, para o segundo, porque: 1º) implica a necessidade de mudanças nos processos formativos de bacharéis e licenciados em Química para que estes possam repensar as atividades químicas e os valores subjacentes a elas, e atuar frente à complexidade da problemática ambiental; e 2º) **a exemplo de outros “temas da C&T” (como transgenia, clonagem, fontes alternativas de energia, etc.), requer uma leitura crítica por todos os cidadãos para uma autêntica democratização dos conhecimentos em QV, a partir da superação do modelo de decisões tecnocráticas, da perspectiva salvacionista da C&T e do determinismo tecnológico – três mitos que, segundo Auler e Delizoicov (2001) e Auler (2002) são encarados como manifestações da concepção de neutralidade da C&T (PPGECT11-D33, p. 127, grifo nosso).**

Ao problematizar visões de C&T, especialmente as salvacionistas, a autora assume que a QV não deve se reduzir a aspectos técnicos e econômicos, mas ir além, isto é, não desconhecer os determinantes e as implicações políticas e educacionais como elementos presentes na busca por “superar a mera eficiência técnica e econômica dos processos químicos, com vistas ao desenvolvimento de alternativas menos poluentes ou não-poluentes”, de modo que “não se trata apenas de uma questão do ponto de vista da Ciência”. A autora ainda, sob a perspectiva educacional, defende que:

os conteúdos específicos da Química, inclusive aqueles que se referem à Química Ambiental e à Química Verde, devem ser organizados em função de temas de ensino extraídos, preferencialmente, do contexto social vivenciado pelos alunos da escola (PPGECT11-D33, p. 211, grifo nosso).

Para essa pesquisadora, o ensino de Química (na educação básica, onde atuará o professor licenciado), por meio da QV, deve ter como preocupação o contexto onde se inserem o aluno e a escola. Seu entendimento, expresso no fragmento anterior, acerca de temas (contextualização na perspectiva de temas socialmente relevantes), indica uma preocupação com a formação crítica para o exercício da cidadania. E embora o foco não esteja explicitamente ligado ao desenvolvimento sustentável, a proposta para a implantação do ensino da QV parece pautar-se na abordagem de temas sócio-científicos, por meio de debates sociais controversos.

Nesse mesmo viés se encontra o trabalho PPGE13-D50:

O interesse nessa pesquisa é o de incluir e apresentar aos estudantes do curso de Licenciatura em Química da UFSCar a filosofia da Química Verde, **visando o repensar das práticas da Química com respeito aos seus efeitos ao ambiente e à saúde humana, por meio de uma revisão de experiências de laboratório em uma disciplina** ofertada no primeiro ano do curso de Licenciatura em Química (Técnicas Básicas em Química). **Pretendemos colocar aos futuros professores de Química a necessidade de se adotar a Química Verde no estudo laboratorial, de modo a aplicar os seus doze princípios.** Por meio de abordagens como a apresentada nesse trabalho, esperamos que os estudantes consigam privilegiar a seleção dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais para projetar e implementar uma Química mais sustentável, condizente às atuais demandas de nossa sociedade.

Nos últimos 5 anos, o movimento conhecido como Química Verde foi introduzido de maneira mais contundente no sistema de ensino, compreendendo-o na condição de filosofia, o pensamento-ação em interlocução com as dimensões socioambientais, principalmente nas universidades (PPGE13-D50, p. 2, grifo nosso).

A pesquisa apresenta discussões importantes acerca do ensino da QV, destacando aspectos relacionados à seleção de conteúdos, ao desenvolvimento de materiais didáticos e à análise de procedimentos

metodológicos, além de enfatizar o reconhecimento sobre a aplicação dos 12 princípios em estudos laboratoriais. Em outras palavras, ressalta o desenvolvimento, a adaptação e a análise da inserção de práticas laboratoriais de ensino com ênfase na Química Verde, por meio de experimentos verdes explorados como problemáticas sócio-científicas controversas. A esse respeito, relata:

Os experimentos que versam sobre questões sociocientíficas controversas, como os impactos associados aos resíduos plásticos no meio ambiente; o derramamento de petróleo e a atividade repelente do salicilato de metila, como carrapaticida no controle das larvas de *Boophilus microplus*, encerram múltiplos aspectos não apenas científicos, mas histórico- culturais, ético-morais, políticos, que condicionam e, em muitos casos (re)orientam e (re)centram a atividade e alcances do empreendimento científico, o qual é compreendido como construção social humana que implica em opções e tomadas de posição não neutras, mas carregadas de valores. A introdução do experimento “Identificação de polímeros” é uma forma de apresentar a problemática do resíduo na sociedade. Os resíduos plásticos representam cerca de 15-20% do volume e 4-7% da massa dos resíduos nos lixões (PPGE13-D50, p. 3, grifo nosso).

Neste sentido, segue o modelo apresentado por Goes e colaboradores (2013) — que também orientou nossa subcategoria —, que se caracteriza pela inserção e abordagem da QV através do uso de questões sociocientíficas no contexto de debates sociais controversos. Além disso, aponta como foco principal a abordagem sobre como o desenvolvimento da Química pode ser avaliado considerando as dimensões da sustentabilidade, a relação entre sociedade, economia e ambiente.

A última subcategoria, *Incorporação da QV de modo transversal no currículo*, teve origem na pesquisa de Marques e Machado (2015), sendo a classificação predominante entre as T&D do círculo esotérico (PPGE02-D1, PPGE08-D14, PPGE11-D32, PPGE12-D42, PPGE13-D46, PPGE10-T10 e PPGE10-T11). Nessas pesquisas, os autores percebem e sustentam que a QV deve passar, de forma transversal, o

currículo de Química, de modo que concordamos com essa compreensão.

Os fragmentos extraídos dos trabalhos PPGE02-D1, PPGECT11-D32, PPGE12-D42 e PPGE10-T11 ilustram o que vem expresso nessa subcategoria:

[...] a Química para o Meio Ambiente não exclui o que vem sendo ensinado pela Química ambiental, mas **busca-se ampliar tais conhecimentos, competências, atitudes e habilidades**. De forma que sejam discutidos os problemas ambientais gerados pela Química **em todas as outras disciplinas do currículo**. E que essa discussão **não se limite a apresentar os problemas, mas a investir em soluções dentro do planejamento numa perspectiva de prevenção como demonstrados pelos princípios do INCA - Green Chemistry** (PPGE02-D1, p. 104, grifo nosso).

Já um currículo com ênfase na Química Verde poderia incluir saberes científicos mais direcionados à sustentabilidade ambiental, dentro do domínio da Química tanto básica quanto tecnológica, explorando o uso das propriedades e das transformações da matéria com essa perspectiva. **Os princípios balizadores da QV seriam abordados transversalmente em todas as disciplinas dos cursos de graduação em Química** (PPGECT11-D32, p. 63, grifo nosso).

[...] Desta forma, **julgamos que as questões ambientais não devam ser vistas e empregadas como enxertos disciplinares, mas sim abordadas de forma transversal nos currículos de cursos de Licenciatura em Química, auxiliando, assim, os futuros professores para o desenvolvimento de competências e atitudes críticas frente à emergência ambiental** (PPGECT11-D32, p. 65, grifo nosso).

[...] a sociedade, incluindo a indústria, devem tomar decisões conscientes em relação ao meio ambiente, **e a maneira mais fácil de garantir**

que essas decisões focadas na sustentabilidade são através do apoio à implantação da QV na educação presente nos currículos dos cursos das Universidades. Esse trabalho de implantação tem se centrado no currículo de graduação [...] Os educadores muitas vezes discutem como incorporar a educação em QV em um currículo do curso de Química ou mesmo no Ensino Médio se os conteúdos das disciplinas que contemplam esse currículo já estão bem definidos, o que não significa que o tema não possa ser incorporado juntamente com o conteúdo tradicionalmente trabalhado. [...] Assim, a QV não deve ser percebida como um tópico a mais no currículo, mas como algo que vem dar a sua contribuição. A QV é mais facilmente demonstrada em laboratório onde a teoria é colocada em prática, no entanto, essa integração não deve ser isolada só para o laboratório [...] a melhor maneira de alcançar a compreensão do estudante é discutir a teoria, e em seguida permitir sua inserção de outras formas, como na discussão de artigos, elaboração de projetos ou atividades que permitem aos alunos relacionar a química aos problemas ambientais. [...] Só então é que começam a compreender a relevância e a importância da QV na vida cotidiana. Pode ser inserida em praticamente todas as disciplinas do curso de Química [...] (PPGE12-D42, p. 13-14, grifo nosso).

Outro entendimento relevante de PPGE10-T11 é identificado por meio de uma citação utilizada na tese:

Pinto e colaboradores (2009) concordam com a necessidade de uma revolução na formação de profissionais no campo da Química, e apontam possíveis caminhos para esse processo, como uma maior proximidade entre as Ciências Naturais e a Educação [...]. *“Os princípios da Química Verde, a sustentabilidade e a atuação responsável deverão ser transversais aos novos currículos e às novas estruturas. A Química Verde deve deixar*

de ser apenas um conceito, para ser uma atitude responsável, [...] Para tanto, precisamos 'inocular' nos estudantes e profissionais o 'comportamento verde'" (p. 568).

A legítima preocupação dos autores com a formação dos profissionais pautada nos princípios da Química Verde não pode servir como justificativa para uma atitude açodada na realização desse objetivo, pois faz-se necessária a promoção de ações que contribuam para formação de um clima cultural propício à assimilação dessa nova filosofia, que ocorre de forma processual, demandando tempo e abordagens educativas mais apropriadas (PPGE10-T11, p. 43-44, grifo nosso).

Indiscutivelmente, nas quatro pesquisas destacadas, as autoras demonstram um entendimento de que a QV deva ser introduzida nos currículos de Química e na educação básica, mas remetendo à necessidade de uma inserção transversal dessa filosofia. A justificativa pauta-se na busca pela sustentabilidade, a possibilidade de abordagem de questões ambientais em cursos de formação, além de proporcionar uma atuação química responsável.

Entendemos que transversalizar a QV no currículo possibilita a superação que inserções pontuais ou esporádicas podem proporcionar, mesmo através de uma componente curricular específica que explore seus princípios de forma meramente prescritiva e pragmática. Conforme já discutimos, acreditamos que esse tipo de abordagem mais pontual acaba favorecendo visões reducionistas da QV e da própria problemática ambiental envolvida nos processos químicos, por exemplo.

Com a transversalização, significa que a QV (seus 12 princípios, resultados de pesquisa e formulações ao seu ensino) deve perpassar diferentes disciplinas e práticas metodológicas e laboratoriais em todas as subáreas da Química (acadêmica e industrial), oportunizando, assim, a problematização e contextualização (crítica) de sua própria natureza teórico-prática. Se, por um lado, é verdade que seus princípios permitem/orientam o desenvolvimento da Química (agora Verde), os resultados desse desenvolvimento e os conhecimentos dele resultantes (domínios conceituais e metodológicos) precisam aportar no ensino da Química. Os experimentos “verdes”, por meio de “roteiros verdes”, como vimos em outras categorias, cumprem um papel importante, desde que a experimentação esteja em consonância com as atuais perspectivas epistemológicas e pesquisas educacionais (ZANDONAI *et al.*, 2014). A

esse respeito, Zuin (2011) explica que há um jogo de concepções que divergem entre si, sendo que, em um dos extremos, a QV é pensada apenas em sua dimensão técnica, enquanto no outro, seus princípios representam uma nova racionalidade para o desenvolvimento das atividades químicas, que considera, além de suas potencialidades técnicas, sua capacidade para estabelecer uma nova relação com a sociedade e o ambiente.

Os modelos de implementação circulantes nas T&D refletem as várias possibilidades pedagógicas que o círculo esotérico, da comunidade epistêmica QV, vislumbra e apresenta para o seu ensino (especialmente à formação do químico).

Neste capítulo, buscamos responder duas das questões complementares desta pesquisa, de modo que, a seguir, expomos uma breve síntese dos resultados analíticos proporcionados ou expressos pelas categorias e subcategorias.

A primeira delas, ou seja, nossa terceira questão complementar de pesquisa: “*Que características contêm eventuais formulações dirigidas ao ensino da QV em T&D nas áreas de Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica? Em que medida essas formulações podem contribuir à FPQ?*” Esse questionamento está diretamente relacionado com o objetivo específico: *Caracterizar e discutir eventuais propostas sobre o ensino da QV em T&D nas áreas de Química, Educação e Educação Científica, analisando se essas propostas podem contribuir à FPQ*. Isso orientou todo o percurso empreendido para a identificação da amostra final, o *corpus* de análise constituído por 77 documentos, lidos na íntegra, cujo resultado apontou que apenas 14 deles (10 dissertações e 4 teses) continham aspectos explícitos sobre o ensino da QV. Por conseguinte, somente essas T&D foram tomadas como constituintes do círculo esotérico (cujos componentes foram tomados como especialistas em ensino da QV) de nossa pesquisa.

Com isso, pudemos identificar e discutir os discursos e as propostas relacionadas ao ensino da QV com base nas cinco categorias e suas respectivas subcategorias (apresentadas no Quadro 1), através da quais se buscou problematizar possíveis reverberações na formação de químicos, especialmente na formação professores de Química. À guisa de síntese, apresentamos na sequência o cenário encontrado com a nossa categorização.

Quanto à *Característica predominante dos problemas que originaram as pesquisas* (distribuídas na análise em quatro subcategorias), algumas pesquisas tinham como objetivo principal

analisar currículos de cursos de licenciatura em química, **avaliando** o viés empregado na **abordagem de questões ambientais** em sentido amplo. Já em outras pesquisas a QV foi sugerida e **utilizada como uma estratégia para tratar de temas ambientais** no ensino. Identificamos também T&D em que se buscou vincular a QV a outras dimensões/temas e campos de estudo mais objetivados, a exemplo do Desenvolvimento Sustentável, Química Ambiental e Educação Ambiental. Por fim, e mais intensamente, a presença da QV no âmbito da formação e do ensino ocorreu por meio de pesquisas que resultaram em sugestões, por meio da exemplificação de atividades laboratoriais.

Em relação à origem/produção/aplicação e/ou proposições de saberes e práticas em QV, discutida na segunda grande categoria de análise, com ela buscamos detectar a *Natureza do conhecimento envolvido* nas T&D. Percebemos que as pesquisas trouxeram à tona estudos sobre a QV, incluindo a perspectiva educacional, embora na abordagem dos temas não tivesse ocorrido intensamente uma problematização de natureza sociocientífica, de modo que, por vezes, os traços/atributos da racionalidade instrumental prevaleciam em alguns trabalhos (particularmente aqueles oriundos dos programas de pós-graduação em Química). Nessas pesquisas, os princípios da QV foram utilizados como uma mera prescrição normativa, empregados como uma forma de divulgação e emprego da QV, por vezes, elementares e mediante abordagens reducionistas, sem problematizar, por exemplo, a averiguação da verdade química global do sistema de reação ou o processo de síntese envolvido.

Essas características gerais influenciaram diretamente no enquadramento dessas pesquisas nas demais categorias adotadas. Por exemplo, ao verificar o *para que* ensinar a QV, ou seja, a *motivação para a incorporação do ensino da QV na formação de químicos*, constatamos que a mesma foi empregada como justificativa e exemplo de boas práticas ambientais. Nessas pesquisas, se reconhecia e defendia a QV como parte dos esforços para a redução de impactos ambientais, de modo que isso também deveria ser ensinado. Já outros trabalhos indicavam estudos e proposições voltados à resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e/ou ambientais; nesses casos, houve uma maior discussão sobre o *porquê* de se ensinar a QV. Dentre esses estudos, destacamos: a contribuição no modo de enxergar o papel da C&T, possibilitando uma formação mais crítica dos sujeitos, além de entendimentos/proposições de que como favorecer uma atuação preventiva de danos ambientais. Outra motivação foi a que designa a

QV como uma possibilidade do desenvolvimento de processos mais verdes e benignos, contribuindo ao alcance/busca da sustentabilidade.

Em síntese, na quarta categoria (*Papel atribuído ao ensino da QV*), as justificativas para o ensino da QV se basearam, fundamentalmente, na ideia do ensino experimental, voltado ao emprego dos 12 princípios, no intuito de divulgar/demonstrar como funcionam. Transpareceu uma ideia bastante ancorada na demonstração da eficácia técnica-experimental, associada, portanto, à racionalidade técnica. Em outros casos, a aplicação da filosofia QV foi explorada mediante o estabelecimento de inter-relações com o enfoque CTS, no qual uma das pesquisadoras defendeu que o ensino da QV (por meio de uma visão holística) pode proporcionar a superação de visões reducionistas da C&T. Todavia, o traço marcante identificado nessa categoria foram as discussões baseadas no papel do ensino da QV na formação de químicos, especificamente de seus professores. Avaliamos que isso pode proporcionar, inclusive, pensar/propor metodologias de ensino e de avaliação dos alcances e validação da própria QV, sobretudo como uma proposta que tem como filosofia a prevenção de problemas ambientais.

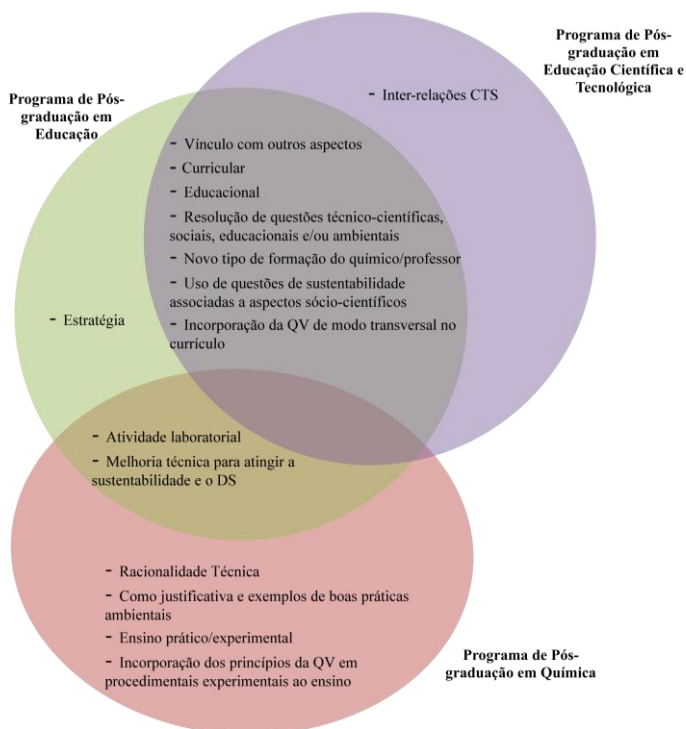
Por fim, na quinta categoria, *Modelo de implementação do ensino*, buscamos identificar *se e como* os autores sugerem que seja implementado o ensino da QV. Três possibilidades foram reconhecidas: 1) trabalhos que apresentam apenas a aplicação de princípios em atividades experimentais que, alicerçadas na racionalidade técnica, sequer problematizam a incorporação dos mesmos; 2) trabalhos (dissertações) que abordaram temas controversos (em defesa ou não do DS), apresentando o uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sociocientíficos (modelo similar formulado por GOES *et al.*, 2013); 3) e, com característica hegemônica, trabalhos que defendem a transversalidade da QV no currículo de formação de Química, justificada, por exemplo, por proporcionar a superação através de inserções pontuais e/ou via uma disciplina específica.

Já a quarta questão complementar desta pesquisa, respondida ao longo deste capítulo, foi assim apresentada: ***Estariam essas áreas distintas (Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica) se constituindo como círculos e coletivos de pensamento distintos, relacionados ao Ensino da QV e, em certa medida, favorecendo a emergência de novas ideias e práticas educativas no ensino da Química e na formação de professores de Química?*** E, associado a esse questionamento, definimos o seguinte objetivo: *Identificar em que medida as pós-graduações em Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica estão se constituindo como distintos círculos e*

coletivos de pensamento relacionados ao ensino da QV e favorecendo a emergência de novas ideias e práticas educativas no ensino da Química e na formação de professores de Química.

Os resultados analíticos para responder a essa questão apontaram o que, sinteticamente, se representa na Figura 12, que demarca os conhecimentos circulantes que proporcionam **essa identidade/estilo de pensar por meio das proposições ao ensino da QV** nos trabalhos oriundos de cada um ou áreas dos programas de pós-graduação considerados.

Figura 12: Representação das convergências de proposições nas T&D de diferentes áreas constituintes do círculo esotérico.



A figura acima, portanto, visa trazer — de modo obviamente sintético — essas proposições ao ensino da QV — oriundas de experiências e ou estudos mais teóricos — que circulam e foram

identificadas nas análises das T&D em uma parte (círculo) importante da comunidade epistêmica QV. Através da análise dessa representação pictórica, podemos perceber, então, a existência de zonas de compartilhamentos de visões e proposições, com origem em distintos programas de pós-graduação. A leitura das T&D indicou tanto as idiosincrasias e as contribuições de cada área, quanto os aspectos comuns materializados nas zonas de convergência do esquema acima, que parecem representar um perfil geral das formulações voltadas ao ensino da QV e à formação de professores de Química para essa nova filosofia da química.

Percebe-se ainda, a partir da figura, que nos trabalhos dos programas de pós-graduação em Educação e Educação Científica e Tecnológica, que derivam de campos de conhecimentos com objetos de estudo e investigação muito próximos (escola, currículo, docência, aluno, aprendizagem, entre outros), as formulações são mais próximas entre si, considerando as argumentações, as propostas de ensino, as motivações e a natureza dos conhecimentos envolvidos. E isso pode ter levado os autores a defender também o ensino da QV mais centrado em aspectos metodológicos e mediante enfoques/perspectivas interdisciplinares, materializados, por exemplo, na dimensão de ensino CTS. Já as pesquisas dos programas da área de Química apresentam características mais particulares e menos frequentes quanto a produções voltadas ao ensino de química, porém, um pouco mais frequentes em se tratando de aspectos experimentais ou de atividades experimentais, como vimos no capítulo 2 e em estudos da literatura (GONÇALVES, 2009). Portanto, em certa medida, era de se esperar que proposições voltadas ao ensino da QV se relacionassem mais a atividades experimentais em laboratórios de ensino.

O conjunto da produção acadêmica analisada explicitou várias ideias, propostas e alguns relatos de experiências envolvendo o ensino da química, cujas formulações endereçavam-se ao ensino da QV. Essas produções, pertencentes a autores de diferentes áreas da pós-graduação, mostraram componentes de um círculo esotérico ao qual se agregam outros componentes — também especialistas sobre o ensino da QV —, fortalecendo, assim, a conformação da chamada comunidade epistêmica QV. Em primeiro lugar, o que transpareceu, por vários sistemas de comunicação, trocas e referencialidades, foi a circulação intracoletiva de ideias sobre o ensino da QV. Por outro lado, conforme aponta Fleck (2010), a intensa circulação intercoletiva dessas ideias, isto é, o diálogo entre os coletivos de pensamento, neste caso, entre os coletivos de pesquisadores em QV e os pesquisadores sobre o ensino da QV, resulta

em uma importante ferramenta de transformação de conhecimento. Afinal, nessa circulação é que surgem, por exemplo, as complicações relativas ao objeto do conhecimento, como no caso do ensino da QV e da necessidade de modificar a forma como as atividades químicas são desenvolvidas, para fazer evoluir a Química clássica à QV. Esse processo de circulação de ideias é que torna possível ou contribui para a instauração, extensão e transformação de um estilo de pensar as questões ambientais na formação de professores de química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Química Verde, enquanto objeto de pesquisa, ainda é pouco desenvolvida quando se compara a história da própria Química, sobretudo no que tange à formação de profissionais voltados ao ensino da Química, não só no Brasil, mas também em outros países. Assim, parece correta a afirmação de Zandonai de que é “pertinente repensar as experiências que transcendam os laboratórios, ao selecionar conteúdos ‘verdes’ [para] propor metodologias de ensino e de avaliação de seus alcances” (ZANDONAI, 2013, p. 64).

Em nossa investigação fomos buscar, em um lugar especial, eventuais estudos relacionados à QV e seu ensino: a pós-graduação de diferentes áreas do conhecimento, notadamente a pós-graduação em Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica. E a tessitura de nosso texto objetivou dar resposta ao principal questionamento norteador de nossa investigação, qual seja: ***Em que aspectos a circulação de conhecimentos e práticas envolvendo a Química Verde em teses e dissertações pode contribuir ao seu Ensino e à Formação de Professores de Química?***

Procuramos, então, identificar e discutir em que medida a circulação de conhecimentos e práticas envolvendo a Química Verde, em teses e dissertações nas áreas de interesse, poderia estar reverberando e contribuindo com seu ensino e na formação de professores de Química. Logo, individualizar, categorizar e problematizar o que fora produzido nessas T&D pode auxiliar a Química Clássica a evoluir para uma Química Verde, através do fomento de novos conhecimentos em torno da mesma. Não restam dúvidas de que a racionalização das propostas e das experiências envolvendo seu ensino também poderá contribuir na busca pela sustentabilidade ambiental.

Neste sentido, o crescimento na produção e circulação acadêmica de trabalhos ligados à problemática ambiental e à QV em T&D – nas áreas da Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica – pareceu-nos estar influenciando o ensino da QV e a formação de professores de Química, à medida que os trabalhos analisados envolveram alunos e professores da área. Conjecturávamos — enquanto expressão de nossa tese — de que a circulação de propostas, de novos saberes, práticas e entendimentos acerca do ensino da QV em T&D, poderia, eventualmente, caracterizar diferentes coletivos de pensamento

a esse respeito no âmbito da Química. E foi isso que, com nossa análise meticulosa, buscamos trazer à tona em nossa pesquisa.

Adicionalmente, em nosso capítulo 3, com o levantamento e a análise das produções bibliográficas sobre a QV, no caso, artigos de literatura, percebemos que na circulação proporcionada por essas publicações dos autodenominados químicos verdes, pertencentes à comunidade epistêmica QV (EPICOCO; OLTRA; JEAN, 2014), há uma forte argumentação de que a QV esteja presente no seio da química, e também, em certa medida, na formação do químico. Algo que também pode ser visto nas leituras das 77 T&D analisadas que compuseram nossa amostra.

Nesse espaço específico de produções, propriamente a pós-graduação de Química, Educação e Educação Científica e Tecnológica, o percurso do levantamento, leitura, interpretação e análise das 77 T&D relacionadas à QV nos levou a concluir pela existência de, pelo menos, dois círculos (FLECK, 2010): o *círculo exotérico*, constituído por aquelas pesquisas em que não houve menção ao ensino da QV, e o *círculo esotérico*, formado pelas teses e dissertações em que os autores citaram explicitamente aspectos associados ao ensino da Química Verde.

Esse último corpo amostral, o círculo esotérico, foi formado por 10 dissertações e 4 teses, o qual constituiu o *corpus* analítico mais específico desta investigação. Foi através dessas 14 T&D que buscamos responder a essência de nosso problema de pesquisa, além das demais questões complementares.

Constatamos, por meio de uma leitura inicial mais abrangente, que os trabalhos produzidos nos PPGs investigados abarcavam uma diversidade de problemas, temas, teorias, razões causais/motivações e metodologias, em torno da QV e seu ensino. Percebemos que, em muitos casos, esses trabalhos tinham como motivação aspectos relacionados à problemática ambiental (DS, sustentabilidade, imagem negativa da química, etc.), em que seus autores, de modo implícito ou mais explícito, buscavam estabelecer relações com ideias e produções da QV, especialmente por meio da defesa e relação de seus trabalhos como os 12 princípios.

Prosseguimos com a leitura minuciosa das 14 T&D, orientados pelas cinco categorias analíticas (e suas respectivas subcategorias) definidas *a priori* no Quadro 1 (Cap. 1), que nos forneceram elementos para a caracterização desse coletivo de pesquisadores autodenominados químicos verdes, preocupados com o ensino da QV.

Levantar informações e discutir *o tipo ou a característica do problema que originou as pesquisas* (a primeira categoria) nos permitiu, sinteticamente, identificar duas características importantes e predominantes: a primeira, a busca e/ou alcance de melhorias técnicas, por meio de atividades experimentais, e a outra, mais direcionada à abordagem da QV no ensino de química. Quanto à primeira característica, as pesquisas propunham alterações de variáveis em reações químicas (fundamentadas, geralmente, pelo emprego de princípios da QV), justificando a redução em impactos ambientais gerados por reações químicas, seja pela substituição de solventes tóxicos, pela redução de etapas de uma determinada reação, pelo uso de catalisadores e redução no consumo energético, seja visando evitar a geração de resíduos, por exemplo. Já a segunda característica, presente nas demais pesquisas, tendia à abordagem da QV no ensino de química. Nesses trabalhos, a percepção dos autores era de que essa filosofia deveria fazer parte de processos formativos, a exemplo dos currículos dos cursos de licenciatura em Química, para o enfrentamento dos desafios de se ter cuidados com o meio ambiente. Além disso, considerava-se também a QV como uma estratégia de ensino para a abordagem de temas associados à sustentabilidade e/ou ao enfoque CTS no ensino. Nesse mesmo contexto, a QV foi vinculada a aspectos da Educação Ambiental, da Química Ambiental e também ao DS, onde os pesquisadores discutiam o desenvolvimento de práticas didático-metodológicas envolvendo a abordagem de problemas/temáticas ambientais no ensino de Química, pela qual a QV apareceu como possibilidade de um “elo substantivo” entre essas várias áreas, disciplinas, temáticas e até perspectivas de ensino.

Essa categoria “*tipo/característica do problema que originou as pesquisas*” também norteou a análise dos textos produzidos nos veículos de divulgação da SBQ (Reuniões Anuais, *Química Nova*, *Química Nova na Escola*, *Revista Virtual de Química* e *Journal of the Brazilian Chemical Society*). Entendemos que a circulação de ideias, proporcionada pela publicação de pesquisas, pode influenciar o modo de se ensinar a QV e a formação dos químicos, particularmente a formação de professores de Química. Realizamos um levantamento e identificamos 193 produções envolvendo a QV, dentre as quais, apenas 29 continham/expressavam foco, tipo ou característica do problema investigado voltadas à *formação do químico ou de professores de Química*. E, a análise geral dessas 29 produções acabou evidenciando que as justificativas empregadas na argumentação acerca da importância da prática e do ensino da QV eram muito similares àquelas presentes nas

T&D, sobretudo quanto aos aspectos curriculares, ao seu uso como estratégia de ensino e, ainda, em atividades experimentais. Além disso, identificamos o vínculo atribuído à QV com a Química Ambiental, a Educação Ambiental, a Sustentabilidade Ambiental e ao Desenvolvimento Sustentável. Ou seja, nessas produções (oriundas da SBQ), a abordagem e/ou aplicação da QV estava associada com outras perspectivas de enfrentamento dos problemas ambientais oriundos das atividades químicas. Por fim, também se relatou o emprego da QV em materiais para uso no ensino, algo que não esteve presente/formulado em nenhuma das T&D.

Desta maneira, foi possível perceber que há vários compartilhamentos nos trabalhos dos chamados químicos verdes, tanto nos artigos científicos publicados quanto nas T&D analisadas. E isso se torna mais evidente nas justificativas e na caracterização dos problemas que levaram ao desenvolvimento de pesquisas em QV. Essa constatação pode ser tanto o reflexo do próprio processo de circulação de resultados de pesquisa, de experiências de ensino e textos para a disseminação da QV, que são praticados pela comunidade de químicos (pesquisadores em química, educadores químicos e alunos de pós-graduação), quanto o reflexo da interação entre os pesquisadores autodenominados químicos verdes, que formam a comunidade epistêmica QV no país. Isso só reforça a importância do papel da comunicação na formação científica resultante de publicações, tais como as analisadas (T&D e outras produções, como artigos, resumos em eventos, etc.).

Nossa sequência analítica prosseguiu com as outras quatro categorias analíticas, que foram empregadas apenas na categorização das T&D — foco desta tese — e nos trabalhos constituintes do círculo esotérico. Nessa etapa ulterior de análise, fez-se uma importante constatação: que, embora evidenciando vários compartilhamentos de ideias, proposições e justificativas ao emprego da QV no ensino da química, entre os trabalhos oriundos dos distintos programas de pós-graduação (expressos na Figura 12), destacaram-se duas grandes tendências acerca das propostas para o ensino da QV nessas 14 T&D, que representam um círculo de especialistas em ensino de QV.

No primeiro conjunto de trabalhos, oriundos de PPGs em Química, identificamos certa primazia ou predominância de visões associadas à racionalidade técnica e instrumental, caracterizadas pela busca de eficiência com o uso da instrumentalidade técnica (aplicação de conhecimentos teóricos combinados às técnicas científicas) para a resolução de problemas (WEBER, 2002). Nesses trabalhos constatamos

também uma visão, até certo ponto, simplista/reducionista, de que a QV se resume à aplicação de algum de seus 12 princípios, reforçando a ideia de que isso seja suficiente para tornar o processo químico ambientalmente sustentável. O que contrasta, por exemplo, com a argumentação de Marques e Machado (2015) sobre os limites impostos pela segunda lei da termodinâmica, e também com as críticas apresentadas por Dias (2016), nos trabalhos publicados na seção sobre Química Verde, da 37^o Reunião Anual da SBQ, em que a QV:

vem sendo interpretada como uma alternativa salvacionista dos problemas ambientais, sendo a esta filosofia imputada a responsabilidade de busca de soluções que não pode e não consegue aportar. Vale ressaltar que muitos dos autodenominados químicos verdes não levam em conta em seus trabalhos os aspectos da limitação termodinâmica ao alcance da Sustentabilidade Ambiental e tampouco os interesses econômicos da indústria na adoção desta perspectiva preventiva da Química; apresentam noções de senso comum sobre eficiência técnica ou ecoeficiência; entendem que fazer QV é apenas a aplicação de algum dos 12 princípios, expressando uma visão ambiental de ciência reducionista. Enfim, estes são alguns exemplos de visões distorcidas muito comuns na comunidade dos autodenominados químicos verdes e que podem gerar dificuldades no desenvolvimento e avanço da QV, além de criar uma visão equivocada do que devem ser as práticas em QV (DIAS, 2016, p. 32).

Essa ênfase na experimentação, com um viés de pura aplicação de caráter demonstrativo da eficácia e (eco)eficiência dos 12 princípios, pode reforçar uma visão reducionista de ciência e do enfrentamento dos problemas ambientais. Contudo, é inegável o papel que o laboratório químico de ensino pode assumir em uma ciência como a química. O que precisa mudar é seu caráter na formação, como apontam diversos estudos sobre o tema em questão (GONÇALVES; MARQUES, 2006), inclusive no caso do ensino da QV. Neste sentido, a circulação de propostas, os relatos de experiência e conhecimentos produzidos sobre a experimentação com QV, nessas T&D, também permitem avaliar quais foram os problemas, procedimentos e referenciais utilizados,

contribuindo com o estabelecimento e a construção de uma identidade ou um estilo de pensamento da QV.

Mas, embora importantes, essas visões precisam ser problematizadas, pois a mera aplicação dos princípios da QV não garante, por si só, o alcance da química, tampouco o alcance da sustentabilidade ambiental, ainda que a divulgação da QV e o emprego de seus princípios auxiliem a Química a dar respostas aos problemas ambientais por ela gerados.

Já o segundo conjunto de trabalhos desse círculo esotérico, formado por oito dissertações e duas teses, trouxe uma discussão mais substancial acerca do papel e da aplicação da QV no ensino. Através desses estudos, conseguimos identificar uma variedade de argumentos, proposições, modelos alternativos ou mesmo sugestões para a inserção da QV no ensino da Química, sobretudo aqueles que reforçaram uma perspectiva de transversalidade curricular aos estudos da QV. Dentre estes, destacamos: 1) as indicações metodológicas voltadas ao estudo de situações ou de controvérsias sociocientíficas envolvendo questões/problemas ambientais, portanto, processos educativos que contemplam a perspectiva ambiental no ensino da química; 2) a contextualização por meio de questões tecnológicas, sociais ou ambientais; 3) a relação entre a QV, a Sustentabilidade Ambiental e o Desenvolvimento Sustentável.

Em todos esses estudos, salientou-se a importância da relação entre o ensino da Química e a formação dos professores da área. E a esse propósito e correto entendimento, julgamos pertinente apresentar a afirmação de Costa (2011), que argumenta que:

A inclusão da QV no processo de ensino-aprendizagem implica desafios para os professores de todos os níveis de ensino e de todas as áreas do sistema educacional: os professores têm de adquirir novos conceitos/manter-se atualizados e incorporar no seu ensino objetivos verdes, de forma a desenvolverem nos seus alunos um novo olhar mais otimista sobre a Química do que o que tem a sociedade atual, sem comprometer a integridade do conhecimento químico (COSTA, 2011, p. 5).

Vários trabalhos na literatura (PITANGA, 2015; MARQUES, 2014; GOES *et al.*, 2013; ROLOFF, 2011; MARQUES *et al.*, 2007),

algo também constatado nos textos das T&D, têm apontado que não há receitas ou modelos pré-definidos para a inserção da QV no ensino da química, pois, o que se identifica, são férteis sugestões para que isso ocorra. De acordo com Marques (2014), não há ainda uma síntese de formulações teóricas e de experiências práticas sobre seu ensino, disponíveis na literatura. Mas o ensino da QV não pode se resumir, como afirma Marques (2014, p. 1), somente a “enxertos de conteúdos QV em disciplinas variadas do currículo; ou para a ‘ambientalização’ curricular, aproximando contextos sócio-científicos e ambientais dos conteúdos disciplinares”, tampouco à “introdução de disciplina(s) específica(s) para abordar aspectos gerais e exemplares de práticas em QV”.

Neste sentido, ao buscar trazer e analisar as produções sobre QV de um espaço acadêmico refinado, que articula formação com a pesquisa, em nossa tese visamos levantar possíveis contribuições ao delineamento do ensino da QV.

A esse respeito, defendemos (assim como parte dos autores das T&D), que a QV deva ser abordada transversalmente nos currículos de química, abrangendo todas as suas áreas, não sendo reduzida à inserção de seus princípios e/ou propostas de atividades e materiais a serem incluídos em conteúdos programáticos de ensino pontuais, ou ainda, a uma disciplina específica de QV, pois essa filosofia representa uma resposta às preocupações ambientais. A QV não pode correr o risco de ser reduzida a mais um tipo de conhecimento disciplinar.

Mas, esse espaço específico da PPG parece não diferir no que diz respeito às demais formulações circulantes na literatura em geral e especializada da QV quanto ao ensino da QV. E as características identificadas nas T&D conformam um importante e promissor campo de interesse no âmbito de formulações para o ensino da QV. Porém, como dissemos, o que não se evidenciou foi uma grande evolução no que vem sendo produzido e apresentado como resultado de pesquisas na literatura, embora haja mais componentes dessa comunidade (químicos) se preocupando com o ensino da QV e produzindo mais em Química Verde. Até porque as produções (os problemas e os resultados de pesquisa, além do desenvolvimento em QV) ainda não foram devidamente racionalizadas (áreas/temas predominantes, padrões técnicos, novas teorias e métodos, por exemplo), sendo que tudo ainda é muito novo e pontual. Talvez por isso haja muitas dificuldades de se apresentar uma formulação ao seu ensino.

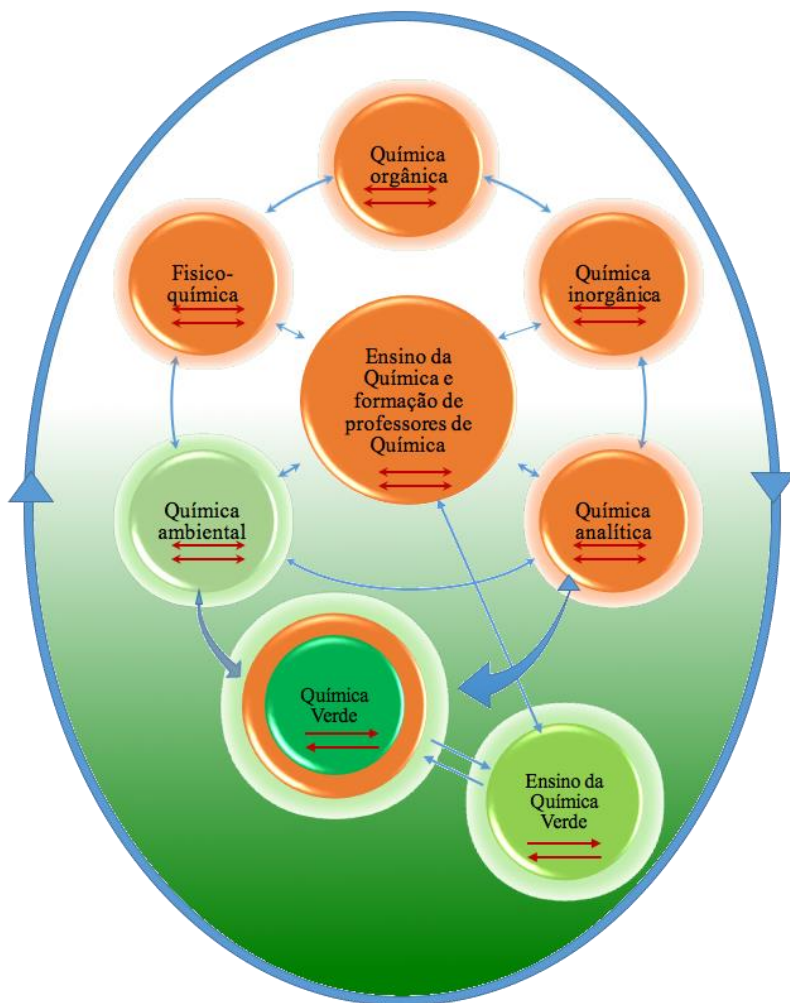
Por fim, duas particularidades nos chamaram a atenção na leitura das T&D. Uma delas está especialmente ligada ao círculo exotérico

(especialistas em química verde), isto é, o silêncio em relação às métricas ou às formas de verificação da verdura química, o que indica uma grave falta acerca da compreensão da complexidade que envolve o chamado “esverdeamento” dos processos químicos. A outra particularidade — que merece ser (futuramente) problematizada — é a presença de “polos extremos” presentes nos 77 trabalhos de T&D desenvolvidos em QV, pois nos trabalhos onde geralmente a racionalidade técnica estava presente, pouco se aprofundava o ensino da química. Já os trabalhos de enfoque mais educacional, mesmo que abordando algo novo, como o ensino da QV, pareceram mais vazios de conteúdo químico específico. De fato, ambos os perfis acabam tendo dificuldades para incorporar organicamente os “novos” conteúdos e práticas da QV ao ensino da química e conduzir à formação do “novo” químico, favorecendo, assim, o processo de evolução da Química Clássica à Química Verde.

Diante disso, percebemos que as características extraídas das T&D (além da literatura e dos referenciais empregados pelos autores) têm contribuído para o surgimento de um novo coletivo na Área da Química, transformando o EP do ensino da química tradicional. Esse novo Coletivo apresenta preocupações e conhecimentos práticos distintos, baseado em outra racionalidade pedagógica e epistemológica, ancorado na racionalidade socioambiental, parecendo-nos, assim, estar configurando um novo modo de se ensinar a química, agora de forma mais verde e baseando-se na prevenção dos problemas ambientais. Os documentos constituintes do círculo esotérico representam, portanto, especialistas de um novo coletivo de pensamento, o qual está conformando um estilo de pensamento do ensino da QV.

Como síntese, na Figura 13, buscamos representar a convivência e a emergência de possíveis coletivos de pensamento constituintes da área da Química e, especialmente, a expressão da emergência de um novo CP, por nós identificado, expressando o Ensino da Química Verde.

Figura 13: Representação esquemática de possíveis Coletivos de Pensamento da área da Química e do novo CP de Ensino da QV.



Fonte: Da autora.

Nota: As setas azuis representam a circulação intercoletiva de ideias, enquanto as setas vermelhas, a circulação intracoletiva.

Damos destaque ao coletivo de pensamento do ensino da QV, ancorado em uma racionalidade socioambiental, enquanto o coletivo dos químicos verdes se aporta em uma racionalidade mais técnica e instrumental. Além disso, na figura, busca-se representar a existência de distintos coletivos de pensamento constituintes da área da Química. Cabe destacar que, entre esses círculos, há a influência intercoletiva do tráfego de conhecimentos, ideias e práticas, e que essa circulação traz novos olhares e pensamentos, por vezes, vistos como divergentes por um coletivo distinto, enquanto a circulação intracoletiva, “[...] além de fortalecer o estilo de pensamento da área, através do reconhecimento do que já foi construído, permite sua evolução” (MILARÉ, 2013, p. 76-77).

O coletivo de ensino da QV foi representado com uma cor diferente, pois entendemos que é distinto dos demais, haja vista deter conhecimentos e práticas diferenciadas dos demais coletivos. Estes, por sua vez, com exceção do coletivo da Química Verde, que compõem a área de Química, são congruentes entre si, isto é, são matizes de um EP (e na figura, representamos com uma nuvem, em cada coletivo). As setas azuis, com formato distinto das demais, buscam representar o grau de intensidade e influência da circulação intercoletiva entre os coletivos de pensamento constituintes da área da Química e o coletivo da QV, especificamente. Percebe-se que há relação entre os saberes e as práticas produzidos no âmbito desses grupos, porém, a QV ainda influencia em menor grau as produções dos demais círculos hegemônicos da Química. Vale dizer que as variações identificadas de um coletivo para outro e as circulações que promovem não exigem que abandonem seus conhecimentos (ou seja, que adotem outros modelos e teorias, descartando as já consagradas pelo coletivo) e práticas para continuar a investigar os problemas solucionáveis por cada coletivo, por isso, foram representados com cores iguais (laranja). Ressalta-se que o ensino de QV, devido a isso, é incongruente com o ensino de Química, nos moldes tradicionais e hegemônicos.

Já o coletivo QV se constitui em um EP incongruente com os demais. Ou seja, é um EP diferente, o que implica, conforme argumenta Fleck (2010), em transformações no EP (que originaram os diferentes matizes da Química), implicando em outros conhecimentos e outras práticas, que rompem (embora não abandone) com o que, historicamente, tem caracterizado a Química. Buscamos representar isso com cores distintas, ou seja, essa ruptura foi representada com a relação entre os círculos laranja e verde, do coletivo da QV.

Apresentamos também a relação de dependência entre o coletivo do ensino da QV e a produção e pesquisas da QV, por isso, o círculo (fleckiano) de ensino da QV é exotérico relativamente ao círculo (fleckiano) da QV, sendo que estes estão instaurando o coletivo de pensamento da QV.

Após percorrer todo esse caminho de levantamento, leitura e análise de nossa amostra, concluímos que foi correto e apropriado não ter separado em coletivos distintos os membros da comunidade que produzem sobre o ensino da química verde, ainda que atuem ou seus trabalhos advenham de diferentes áreas da pós-graduação. Foi importante a epistemologia de Fleck (2010) para entender, afinal, que não depende do programa de pós-graduação a que pertence o autor e sua pesquisa, pois o círculo esotérico (formado por aqueles que se posicionaram e se constituíram em especialistas no ensino da QV) acabou mostrando que há estilos de pensar relativos ao ensino da QV sendo construído e que pode ser partilhado entre os autodenominados químicos verdes. E como a Química Verde ainda se constitui como um objeto emergente de pesquisa, a circulação dos seus conhecimentos e práticas e dos vários referenciais teóricos por ela utilizados, contribuem para a extensão desse modo de pensar e praticar uma química em que os cuidados com o ambiente indicam, além de uma motivação para a pesquisa, um compromisso ético.

De nossa parte, julgamos que reforçamos essa importância para a consolidação da QV e de sua comunidade epistêmica QV, destacando o papel de seu ensino e a formação de professores, ambos, peças-chave!

REFERÊNCIAS

ABREU, D. G.; CAMPOS, M. L. A. M.; AGUILAR, M. B. R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): Concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de química. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 688-693, 2008.

ALMEIDA, F. **O Bom Negócio da Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 2002.

ALTAVA, B.; BURGUETE, M. I.; LUIS, S. V. Educación cooperativa en Química Verde: la experiencia española. **Educ. quím.**, v. 24, n. extraord. 1, p. 132-138, 2013.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa qualitativa e quantitativa**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

ANASTAS, P. T.; KIRCHHOFF, M. M. Origins, current status, and future challenges of Green Chemistry. **Accounts of Chemical Research**, v. 35, p. 686-694, 2002

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry – Theory and Practice**. New York: Oxford University Press, 1998.

ANASTAS, P. T.; WILLIAMSON, T. C. Green chemistry: an overview. In: **Green chemistry: designing chemistry for the environment**. Washington, DC: American Chemical Society, p. 1-17, 1996.

ANDRADE, B. J. Pesquisa em Química Ambiental no Brasil: uma visão geral das reuniões científicas da Sociedade Brasileira de Química de 1990 a 1992. **Química Nova**, v. 15, n. 2, p. 173-176, 1992.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica pra quê? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n.1, p. 105-115, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto Brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, p. 1-20, 2007.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BASIAGO, A. D. Methods of defining ‘sustainability’. **Sustainable Development**, v.3, n.3, p. 09-119, 1995.

BAYARDINO, R. A. **A Petrobrás e o Desafio da Sustentabilidade Ambiental**. Monografia (Bacharelado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

BERGAMINI, C. W.; BERALDO, D. G. R. **Avaliação de Desempenho Humana na Empresa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

BISPO, J. R. S.; UCHOA, J. E.; VICTOR, M. M.; CUNHA, S. D.; RIATTO, V. B. Resolução enzimática empregando-se cenoura: uma proposta de experimento para disciplina de Química Orgânica Verde. In: **35ª RASBQ - Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**, Águas de Lindóia-SP, 2012.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. Petrópolis: Vozes, 2002.

BORINELLI, B. Problemas ambientais e os limites da política ambiental. **Serv. Soc. Rev.**, v. 13, n. 2, p. 63-84, 2011.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.;

JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: apresentação dos temas transversais, ética. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação**. Vol. I. Brasília: Capes, 2010a.

BRASIL. Ministério da Educação: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação**. Vol. II Documentos Setoriais, Brasília: Capes, 2010b.

BRASIL. Ministério da Educação: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Contribuição da pós-graduação brasileira para o desenvolvimento sustentável**: Capes na Rio+20. Brasília: Capes, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Parecer CNE/CES 1.303 de dezembro de 2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério de Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRICK, E. M.; MACHADO, A. R.; STUANI, G. M.; LOHN, L.; HOFFMANN, M. B.; ORTEGA, O.; YAMAZAKI, R.; DELIZOICOV, D. Pesquisas sobre práticas docentes em Educação em Ciências: potencialidades do referencial Fleckiano. *In*: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Anais... IX ENPEC - A Pesquisa em Educação em Ciências e seus Impactos em Sala de Aula**, 2013, p. 1-8.

BRÛSEKE, F. J. O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVALCANTI, C. (Org.) **Desenvolvimento e natureza**: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 2003.

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

BURMEISTER, M.; EILKS, I. An example of learning about plastics and their evaluation as a contribution to Education for Sustainable Development in secondary school chemistry Teaching. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 2, p. 93-102, 2012.

BZUNECK, J.A. As crenças de autoeficácia e o seu papel na motivação do aluno. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.). **A Motivação do Aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2009, p. 9-36.

CARSON, R. L. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Melhoramentos, 1962.

CARVALHO, I. C. M. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da Educação. In: BRASIL. LAYRARGUES, P. P. (Coord.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: DEA/MMA, 2004, p. 13-24.

CGEE (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos). **Química Verde no Brasil**: 2010-2030. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

CHAUI, M. S. **Convite à Filosofia**. São Paulo: Editora Ática, 2010.

CMMA. **Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

COELHO, J. C. **A chuva ácida na perspectiva de tema social**: um estudo com professores de química de Criciúma. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação

em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A.; DELIZOICOV, D. A importância de distintas compreensões de problemas ambientais a partir da epistemologia de Bachelard. *In: ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ENPEC, 2009.

COELHO, J. C.; MARQUES, C. A. A Chuva Ácida na Perspectiva de Tema Social: Um Estudo com Professores de Química. **QNEsc**, v. 25, p. 14-19, 2007.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. **Química Verde: fundamentos e aplicações**. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G.; FERREIRA, V. F.; VAZQUEZ, P. G. Green chemistry in Brazil. **Pure Appl. Chem.**, v. 85, n. 8, p. 1643-1653, 2013.

CORTES JUNIOR, L. P.; FERNANDEZ, C. Química Ambiental: Representações Sociais de estudantes do 1º ano do Ensino Médio. *In: ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências*, 6., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ENPEC, 2007.

CORTES JÚNIOR, L. P. **A dimensão ambiental na formação inicial de professores de química: estudo de caso no curso da UFBA**. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CORTES JUNIOR, L. P.; CORIO, P.; FERNANDEZ, C. As Representações Sociais de Química Ambiental dos Alunos Iniciantes na Graduação em Química. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, p. 46-54, 2009.

COSTA, D. A. **Métricas de Avaliação da Química Verde – Aplicação no Ensino Secundário**. Tese (Doutorado em Ensino e Divulgação das Ciências) - Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Porto, 2011.

COSTA, D. A.; RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Uma revisão da bibliografia sobre o ensino da Química Verde. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 109, p. 47-51, 2008.

COSTA, D. A.; RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Análise da verdura das actividades laboratoriais do 100 ano do ensino secundário. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 115, p. 41-49, 2009.

CUNHA, S.; SANTOS FILHO, R. F.; RIATTO, V. B.; DOURADO, G. A. A. Síntese e hidrólise de azalactonas de Erlenmeyer-plöchl mediadas por radiação micro-ondas em aparelhos doméstico e dedicado: experimentos de química orgânica para a graduação. **Quím. Nova**, v. 36, n. 1, p. 190-194, 2013.

CUTOLO, L. R. A. **Estilo de Pensamento em Educação Médica**: um estudo do currículo do curso de graduação em medicina da UFSC. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001.

DA ROS, M. A **Estilo de pensamento em saúde pública**: um estudo da produção da FSP-USP e ENSP-FIOCRUZ entre 1948 e 1994, a partir de epistemologia de Ludwik Fleck. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

DA SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B.; JONES JR, J. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 103-110, 2005.

DELIZOICOV, D.; CASTILHO, N.; CUTOLO, L. R. A.; DA ROS, M. A.; LIMA, A. M. C. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em Ensino: contribuições a partir do referencial Fleckiano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, número especial, p. 52-69, 2002.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, p. 145-175, 2004.

DELIZOICOV, D. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.

DELIZOICOV, D. Fleck e a Epistemologia Pós Empirismo-Lógico. *In*: I Colóquio Internacional de Psicologia do Conhecimento, 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: UNESCO, 2009.

DEMAJOROVIC, J. **Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental**: perspectivas para a educação corporativa. Tese (Doutorado em Administração Escolar) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

DIAS, E. D. S. **Cortina de Fumaça no Discurso Verde da Química**: Um Olhar Sobre Produções Científicas na 37ª RASBQ. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

DIAS, R. **Gestão Ambiental**: Responsabilidade Social e Sustentabilidade. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

DOVERS, S. R.; HANDMER, J.W. Uncertainty, sustainability and change. **Global Environmental Change**, v. 2, n. 4, p. 262-276, 1992.

EILKS, I.; RAUCH, F. Sustainable development and green chemistry in chemistry Education. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 2, p. 57-58, 2012.

EPICOCO, M.; OLTRA, V.; JEAN, M. S. Knowledge dynamics and sources of eco-innovation: Mapping the Green Chemistry community. **Technological Forecasting & Social Change**, v. 81, p. 388-402, 2014.

FARIAS, L. A.; FÁVARO, D. I. T. Vinte Anos de Química Verde: Conquistas e Desafios. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p. 1089-1093, 2011.

FERNANDES, C. S; MARQUES, C. A. Noções de Contextualização nas Questões Relacionadas ao Conhecimento Químico no Exame Nacional do Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 37, p. 294-304, 2015.

FERNANDES, V.; PONCHIROLLI, O. Contribuições da racionalidade comunicativa, racionalidade substantiva e ambiental para os estudos organizacionais. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 9, Edição Especial, p. 604-626, 2011.

FERREIRA, N. S. A. As Pesquisas Denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, ano XXIII, n. 79, p. 257-272, 2002.

FIEDLER, H.; NOME, M.; ZUCCO, C.; NOME, F. **Ciência da Sustentabilidade e a Química dentro da Conjuntura Educacional Brasileira**. EcoTerra Brasil. Disponível em: www.ecoterrabrasil.com.br. Acesso em: ago. 2013.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

FLÔR, C. C. A História da síntese de elementos transurânicos e extensão da tabela periódica numa perspectiva fleckiana. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 4, p. 246-250, 2009.

FLÔR, C. C. Extensão da Tabela Periódica e Projeto Manhattan: histórias tecidas numa perspectiva fleckiana. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2009, Florianópolis. **Anais... VI ENPEC**. Florianópolis: Abrapec, 2007.

FOSTER, J. B. **A ecologia de Marx: materialismo e natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, M. R.; MACEDO, R. L. G.; FERREIRA, E. B.; FREITAS, M. P. Em busca da conservação ambiental: a contribuição da percepção ambiental para a formação e atuação dos profissionais da Química. **Química Nova**, v. 33, n. 4, p. 988-993, 2010.

GALEMBECK, F.; SANTOS, A. C. M.; SCHUMACHER, H. C.; RIPPEL, M. M.; ROSSETO, R. Indústria Química: Evolução Recente, Problemas e Oportunidades. **Química Nova**, v. 30, n. 6, p. 413-1419, 2007.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **O decrescimento**: entropia, ecologia, economia. São Paulo: Editora Senac, 2012.

GOES, L. F.; 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. E1, p. 113-123, 2013.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A.; DELIZOICOV, D. O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de Química: contribuições epistemológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ciências**, v. 7, n. 3, p. 1-16, 2007.

GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de Química**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições Pedagógicas e Epistemológicas em Texto de Experimentação no Ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, 2006.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. A circulação inter e intracoletiva de pesquisas e publicações acerca da experimentação no ensino de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, p. 181-204, 2012.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. *In*: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.). **A Motivação do Aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2009, p. 37-57.

HAAS, P. M. Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. **The MIT Press**, v. 46, n. 1, p. 1-35, 1992.

HILL, J.; KUMAR, D. D.; VERMA, R. K. Challenges for Chemical Education: Engaging with Green Chemistry and Environmental Sustainability. **The Chemist: Journal of the American Institute of Chemists**, v. 86, n. 1, p. 24-31, 2013.

HOFFMANN, M. B. **Analogias e Metáforas no Ensino de Biologia: um panorama da produção acadêmica brasileira**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

HUESEMANN, M. H. The limits of technological solutions to sustainable development. **Clean Techn Environ Policy**, n. 5, p.21-34, 2003.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Emissions Scenarios: a special report of IPCC Working Group III (SRES)**. Cambridge: Cambridge: University Press, 2000.

IUPAC: **International Union of Pure and Applied Chemistry**. Disponível em: www.iupac.org/web/ins/303. Acesso em: 2014.

JARDIM, W. F. Introdução à Química Ambiental. **Química Nova na Escola**, Cadernos Temáticos, p. 3-4, 2001.

JOHNSON, R. G. **Exporting and importing environmentalism: industry and the transnational dissemination of ideology from the United States to Brasil and Mexico**. Tese (Doutorado em Ciências Políticas), Universidade de Michigan, 1998.

KARPUDEWAN, M., ISMAIL, Z. ROTH, W. Ensuring sustainability of tomorrow through green chemistry integrated with sustainable development concepts (SDCs). **Chemistry Education Research and Practice**, v. 13, n. 2, p.120-127, 2012a.

KARPUDEWAN, M., ISMAIL, Z. ROTH, W. Fostering Pre-service Teachers' Self-Determined Environmental Motivation Through Green Chemistry Experiments. **J Sci Teacher Educ.**, v. 23, p. 673-696, 2012.

KUNH, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2009.

LAMBACH, M.; MARQUES, C. A. Estilos de Pensamento de Professores de Química da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do Paraná em Processo de Formação Permanente. **Revista Ensaio**, v.16, n. 01, p. 85-100, 2014.

LAMBACH, M. Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos: Relação entre Estilos de Pensamento e Formação Docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 219-235, 2009.

LATOUCHE, S. O decrescimento. Por que e como? *In*: LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. (Orgs.). **Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

LAYRARGUES, P. P. **A cortina de fumaça: o discurso empresarial verde e a ideologia da racionalidade econômica**. São Paulo: Annablume, 1998.

LAYRARGUES, P. P. Educação Ambiental e Teorias Críticas. *In*: GUIMARÃES, M. (Org.). **Caminhos da Educação Ambiental: da forma à ação**. Campinas: Papyrus, 2006, p. 51-86.

LEAL, A. L. **A articulação do conhecimento químico com a problemática ambiental na formação inicial de professores**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LEAL, A. L.; MARQUES, C. A. O Conhecimento Químico e a Questão Ambiental na Formação Docente. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 30-33, 2008.

LEAL, A. L. **Relações entre Saneamento-Química-Meio Ambiente na Educação Profissional e Tecnológica numa Perspectiva Crítico Transformadora**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

LEFF, E. Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental In: PHILIPPI JR., A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J.; NAVEGANTES, R. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus Editora, 2000, p. 19-51.

LEFF, E. **Racionalidade Ambiental**: a reapropriação social da natureza. Trad. de Luís Carlos Cabral. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEFF, E. **Saber Ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Trad. de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes, 2008.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Trad. de Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2001.

LÉNA, P. Os limites do crescimento econômico e a busca pela sustentabilidade: uma introdução ao debate. In: LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. do (Orgs). **Enfrentando os limites do crescimento**: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, p. 23-44.

LENARDÃO, E. J.; FREITAG, R. A.; DABDOUB, M. J.; BATISTA, A. C. F.; SILVEIRA, C. C. Green Chemistry – Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, n.1, p. 123-129, 2003.

LIAO, W. **A thermodynamic perspective on technologies in the Anthropocene**: Analyzing environmental sustainability. Tese de Doutorado, Leiden University, Holanda, 2012.

LORENZETTI, L.; **Estilos de Pensamento em Educação Ambiental: Uma Análise a Partir das Dissertações e Teses**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Biológicas Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no Contexto das Séries Iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 03, n. 3, p. 1-17, 2001.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Estilos de pensamento em Educação Ambiental: uma análise a partir das Dissertações e Teses. *In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7, 2009, Florianópolis. Anais... **VII ENPEC**. Florianópolis: Abrapec, 2009.

LORENZETTI, L.; MUENCHEN, C.; SLOGO, I. I. P. A Recepção da Epistemologia de Fleck pela pesquisa em Educação em Ciências no Brasil. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 181-197, 2013.

LOUREIRO, C. F. B. Teoria Social e Questão Ambiental: Pressupostos para uma Práxis Crítica em Educação Ambiental. *In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). Sociedade e Meio Ambiente: a Educação Ambiental em Debate*. São Paulo: Cortez, 2002, p. 14-51.

LOUREIRO, C. F. B. **Sustentabilidade e Educação**: um olhar da ecologia política. São Paulo: Cortez, 2012.

LÖWY, I. Ludwik Fleck e a presente história das ciências. **História Ciência Saúde**, v. 1, n. 1, p. 7-18, 1994.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, A. A. S. C. Química e Desenvolvimento Sustentável – QV, QUIVES, QUISUS. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 95, p. 59-67, 2004.

MACHADO, A. A. S. C. Métricas da Química verde – A produtividade atômica. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 107, p. 47-55, 2007.

MACHADO, A. A. S. C. Da Gênese do Termo Química Verde às Colorações Discrepantes da Química e da Biotecnologia. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 108, p. 43-46, 2008a.

MACHADO, A. A. S. C. Das dificuldades da Química Verde aos segundos doze princípios. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 110, p. 33-40, 2008b.

MACHADO, A. Desenvolvimento sustentável e sustentabilidade – Introdução. **Energia, Economia e Ambiente**, v. 1, p. 1-41, 2010.

MACHADO, A. A. S. C. Química Verde uma Mudança Sistêmica da Química. **Revista de Química Industrial**, n. 730, p. 12-16, 2011a.

MACHADO, A. A. S. C. Da Gênese ao Ensino da Química Verde. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 535-543, 2011b.

MACHADO, A. A. S. C. A Síntese Verde – (1) Conceito e Gênese. **Boletim da Sociedade Química Portuguesa**, n. 120, p. 43-48, 2011c.

MACHADO, A. A. S. C. Ambiente – Introdução. **Energia, Economia e Ambiente**, v. 4, p. 1-61, 2012a.

MACHADO, A. A. S. C. Dos Primeiros aos Segundos Doze Princípios da Química Verde. **Química Nova**, v. 35, n. 6, p. 1250-1259, 2012b.

MACHADO, A. A. S. C. **Introdução às métricas da Química Verde:** uma visão sistêmica. Florianópolis: Ed. UFSC, 2014.

MANSILLA, D. S.; MUSCIA, G. C.; UGLIAROLO, E. A. Una fundamentación para la incorporación de la química verde en los currículos de química orgánica. **Educ. quím.**, v. 25, n. 1, p. 56-59, 2014.

MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A. O Princípio da Precaução no Ensino de Química para a Regulação Social da Ciência e Tecnologia. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. Anais... IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.*

MARQUES, C. A.; GONÇALVES, F. P.; ZAMPIRON, E.; COELHO, J. C.; MELLO, L. C.; OLIVEIRA, P. R. S.; LINDEMANN, R. H. Visões de Meio Ambiente e suas Implicações Pedagógicas no Ensino de Química na Escola Média. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007.

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

MARQUES, C. A.; GONÇALVES, F. P.; YUNES, S. F.; MACHADO, A. S. C. Sustentabilidade Ambiental: um estudo com pesquisadores químicos no brasil. **Química Nova**, v. 36, n. 6, p. 914-920, 2013.

MARQUES, C. A. Construindo Bases Teóricas para uma Educação Química Verde. *In: 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química - RASBQ, 2014, Natal - RN. Anais... 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2014.*

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. Environmental sustainability: implications and limitations to green chemistry. **Foundations of Chemistry**, v. 16, n. 2, p. 125-147, 2014.

MARQUES, C. A.; MACHADO, A. A. S. C. Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. No prelo, 2015.

MEADOWS, D. L.; MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; BEHRENS III, W. **Limites do crescimento**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1973.

MEGID NETO, J. Três décadas de pesquisa em Educação em Ciências: tendências de teses e dissertações (1972-2003). *In: NARDI, R. (Org.). A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes*. São Paulo: Escritura Editora, 2007.

MEIRELLES, S. L. **Química Verde: a Indústria Química e seus impactos na Indústria da Construção**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MILARÉ, T.; REZENDE, D. B. Estudo dos procedimentos e referenciais metodológicos das Dissertações e Teses sobre Ensino de Química da USP (2006-2009). *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. Anais... IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013.*

MILARÉ, T. A **Pesquisa em Ensino de Química na Universidade de São Paulo: estudo das Dissertações e Teses (2006 a 2009) sob a perspectiva fleckiana**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências., Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MONTIBELLER-FILHO, G. **O Mito do Desenvolvimento Sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: EdUFSC, 2008.

MORADILLO, E. F.; OKI, M. da C. M. Educação ambiental na universidade: construindo possibilidades. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 332-336, 2004.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOZETO, A. A.; JARDIM, W. de F. A Química Ambiental no Brasil. **Química Nova**, v.25, supl., p. 7-11, 2002.

NASCIMENTO, E. P do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012a.

NASCIMENTO, E. P do. Sustentabilidade: o campo de disputa de nosso futuro civilizacional. *In*: LÉNA, P.; NASCIMENTO, E. P. (Orgs.). **Enfrentando os limites do crescimento: sustentabilidade, decrescimento e prosperidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012b.

OLIVEIRA, L. D. Os “Limites do Crescimento” 40 anos Depois: Das “Profecias do Apocalipse Ambiental” ao “Futuro Comum Ecologicamente Sustentável”. **Revista Continentes**, v. 1, p. 72-96, 2012.

OLIVEIRA, L. D. A **Geopolítica do Desenvolvimento Sustentável: um estudo sobre a Conferência do Rio de Janeiro (Rio-92)**. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

PEREIRA, J. B.; CAMPOS, M. L. A. de M.; NUNES, S. M. T. N.; ABREU, D. G. Um panorama sobre a abordagem ambiental no currículo de cursos de formação inicial de professores de química da região sudeste. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 511-517, 2009.

PFUETZENREITER, M. R. Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas. **Episteme**, n.16, p. 111-135, 2003.

PFUETZENREITER, M. R. A Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa no ensino na área de saúde. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2002.

PINTO, V. P. S.; ZACARIAS, R. Crise ambiental: adaptar ou transformar? As diferentes concepções de educação ambiental diante deste dilema. **Educ. foco**, v. 14, n. 2, p. 39-54, 2010.

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

PITANGA, A. F. **Inserção das Questões Ambientais no Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe**. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

PRADO, A. G. S. Química Verde, os desafios da Química para o novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

PUNTES, R. V.; AQUINO, O. F.; FAQUIM, J. P. S. Las investigaciones sobre formación de profesores en América Latina: un análisis de los estudios del estado del arte (1985-2003). **Educación Unisinos**, v. 9, n. 3, p. 221-230, 2005.

QUEIRÓS, W. P.; NARDI, R. Um panorama da Epistemologia de Ludwik Fleck na Pesquisa em Ensino de Ciências. *In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 2008, Curitiba. **Anais... XI EPEF**. Curitiba, 2008.

RAMOS, M. A. F. A. C. **Química Verde** – potencialidades e dificuldades da sua introdução no ensino básico e secundário.

Dissertação (Mestrado em Química para o Ensino) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2009.

REIS, M. I. P.; MENDES, M. T.; DA SILVA, F. C.; FERREIRA, V. F. δ -Gliconolactona em Síntese Orgânica. **Rev. Virtual Quim.**, v. 3, n. 4, p. 247-274, 2011.

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.

ROLOFF, F. B. **Questões Ambientais em Cursos de Licenciatura em Química: as vozes do currículo e professores**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2011.

ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. A. Aspectos Ambientais e a Pesquisa em Ensino de Química: um olhar com viés fleckiano. *In*: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências IX ENPEC, 2013, Águas de Lindóia. **Anais... IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2013.

ROLOFF, F. B.; BARBOSA, L. C. A.; MARCELINO, L. V.; MARQUES, C. A. A influência da Química Verde na produção de conhecimentos e práticas sobre Sustentabilidade Ambiental: uma análise em teses e dissertações. *In*: XVII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, 2014, Ouro Preto. **Anais... XVII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2014. v. 1.

ROLOFF, F. B.; MARQUES, C. A. Questões Ambientais na Voz dos Formadores de Professores de Química em Disciplinas de Cunho Ambiental. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 549-555, 2014.

ROLOFF, F. B.; DIAS, E. D. S.; MARQUES, C. A. A circulação de conhecimentos em Química Verde em produções da SBQ: reflexos na formação dos químicos. *In*: XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016, Florianópolis. **Anais... XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2016. v. 1.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As Pesquisas Denominadas do Tipo “Estado da Arte” em Educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006.

ROMANOWSKI, J. P. **As licenciaturas no Brasil**: um balanço das teses e dissertações dos anos 90. Tese (Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

SÁ, P.; MARTINS, I. P. Ciência, Cidadania e Desenvolvimento Sustentável: Concepções de Professores do 1º Ciclo. **Enseñanza de las Ciencias**, número extra: VII Congresso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, 2005.

SACHS, I. Primeiras intervenções: Idéias Sustentáveis. *In*: NASCIMENTO, E. P. do; VIANNA, J. N. (Org.). **Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

SACHS, I. **Desenvolvimento**: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SAMPAIO, C. A.; FURTADO, E. F.; BANDEIRA, P. N.; ALBUQUERQUE, M. R. J. R.; LEMOS, T. L. G.; MENEZES, J. E. S. A; SANTOS, H. S. Vegetais como reagentes químicos: uma proposta experimental baseada na Química Verde. *In*: **32ª RASBQ** – Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Fortaleza, 2009.

SANGIOGO, F. A.; MARQUES, C. A. Potencialidades da abordagem psico-sócio-histórico-cultural da epistemologia de Fleck aos processos de ensino e aprendizagem em Ciências. *In*: XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), 2012, Salvador. **Anais...** Salvador, 2012. v. 1.

SANSEVERINO, A. M. Síntese Orgânica Limpa. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 102-107, 2000.

SANTOS, L. M. F.; BOZELLI, R. L.; ESPINET, M.; MARTINS, I. Discursos de Educação Ambiental produzidos por professores em formação continuada. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 93-110, 2012.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, 22, 1999. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MACHADO, P. F. L.; MATSUNAGA, R. T.; SILVA, E. L.; VASCONCELLOS, E. S.; SANTANA, V. R. Práticas de Educação Ambiental em aulas de Química em uma visão socioambiental: perspectivas e desafios. **Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 7, n. extraordinario, p. 260-270, 2010. Disponível em www.apac-eureka.org/revista/index.htm. Acesso em: fev. 2010.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. Sustentabilidade e Desenvolvimento Sustentável: Uma Taxonomia no Campo da Literatura. **Ambiente & Sociedade**, v. XVII, n. 1, p. 1-22, 2014.

SAUVÉ, L. Una Cartografía de Corrientes en Educación Ambiental. *In: SATO & CARVALHO (Org.). Educação Ambiental: pesquisa e desafios*. Porto alegre: Artmed, 2005, p. 17- 44.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.

SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO R. M. R. Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de química. **Química Nova na Escola**, n. 1, p. 27-31, 1995.

SCHÖN, D. **The reflective practitioner**. New York: Basic Books, 1983.

SCHWARTZ, S. **Motivação para ensinar e aprender: Teoria e Prática**. Petrópolis: Vozes, 2014.

SERRANO, M. D. C. D.; RUVALCABA, R. M. Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química. **Educ. quím.**, v. 24, n. extraord. 1, p. 94-95, 2013.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n.2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S., Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SILVA, V. B. da; CRISPIM, J. Q. Um Breve Relato Sobre a Questão Ambiental. **Rev. GEOMAE**, v. 2, n. 1, p. 163-175, 2011.

SLONGO, I. I. P.; DELIZOICOV, D. Teses e Dissertações em Ensino de Biologia: Uma Análise Histórico- Epistemológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 275-296, 2010.

SLONGO, I. I. P.; DELIZOICOV, D. Um panorama da produção acadêmica em ensino de Biologia desenvolvida em programas nacionais de pós-graduação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 323-341, 2006.

SLONGO, I. I. P. **A produção acadêmica em ensino de biologia: um estudo a partir de teses e dissertações**. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOLOW, R. **Growth theory: an exposition**. Oxford: Oxford University Press, 2000.

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.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2012.

THORNTON, J. W. Beyond risk: an ecological paradigm for persistent organic pollutants. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, n. 4, p. 318-330, 2000.

TIEZZI, E. **Tempos Históricos, Tempos Biológicos: a Terra ou a morte: problemas da “nova ecologia”**. São Paulo: Nobel, 1988.

TOMMASINO, H.; FOLADORI, G.; TAKS, J. La Crisis ambiental contemporánea. *In*: PIERRI, N.; FOLADORI, G. (Ed.). **¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable**. Montevideo: Imprenta y Editorial Baltgráfica, 2001, p. 9-26.

TORRES, J. R. **Educação Ambiental Crítico-Transformadora e a abordagem temática freireana**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências da Educação, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas e Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

TORRESI, S. I. C. de; PARDINI, V. L.; FERREIRA, V. F. O que é Sustentabilidade? **Química Nova**, v.33, n.1, p. 5, 2010.

TUNDO, P.; ROMANO, U. Processi e prodottipuliti. *In*: **La Protezione Dell’ambiente in Italia**. Roma: Società Chimica Italiana, 1995.

TUNDO, P. Preface. **Chemistry International**, v. 29, n. 3, 2007.
Disponível em:
http://pac.iupac.org/publications/pac/pdf/2007/pdf/7911x__vi.pdf .
Acesso em: 26 mai. 2014.

UNESCO: **Década da Educação das Nações Unidas para um Desenvolvimento Sustentável, 2005-2014**: documento final do esquema internacional de implementação. Brasília: UNESCO, 2005.

VAN BELLEN, H. M. Desenvolvimento Sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, v. VII, n. 1, p 67-88, 2004.

VAZ DE MELO, L. Educação ambiental: um olhar sobre a teoria e a prática. **Ponto de vista**, v. 4, p. 65-76, 2007.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável**: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

VIOTTI, E. B. Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável brasileiro. *In*: BURSZTYN, M. (Org.). **Ciência, ética e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília: UNESCO, 2001, p. 143-158.

WCED (World Commission on Environmental and Development). **Our common future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WEBER, M. **Economía y Sociedad**. México: Fondo de Cultura Económica, 1983.

WEBER, M. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo: Martin Claret, 2002.

WENDER, P. A. Toward the ideal synthesis and molecular function through synthesis-informed design. **Natural Product Reports**, v. 31, p. 433-440, 2014.

WINTERTON, N. Twelve More Green Chemistry Principles. **Green Chem**, v. 3, p. 73-75, 2001.

ZACARIAS, R. O processo de acumulação capitalista, crise estrutural do capital e a destruição ambiental: uma visão crítica. *In*: I Circuito de Debates Acadêmicos, 2012, Brasília. **Anais do Circuito Debates Acadêmicos programa e resumos**, 2012, n. 1.

ZANDONAI, D. P.; SAQUETO, K. C.; ABREU, S. C. S. R.; LOPES, A. P.; ZUIN, V. G. Química Verde e formação de profissionais do campo da química: relato de uma experiência didática para além do laboratório de ensino. **Rev. Virtual Quím.**, v. 6, n. 1, p. 73-84, 2014.

ZUIN, V. G.; FREITAS, D. Considerações sobre a ambientalização curricular do ensino superior: o curso de licenciatura em Química. *In: 30ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação*, 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu, 2007.

ZUIN, V. G. Trajetórias em Formação Docente: da Química Verde à Ambientalização Curricular. *In: 31a. Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – ANPED*. Caxambu, 2008.

ZUIN, V. G.; 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.

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

ZUIN, V. G. A inserção da Química Verde nos programas de pós-graduação em Química do Brasil: tendências e perspectivas. **RBPg**, v. 10, n. 21, p. 557-573, 2013.

ZUIN, V. G.; MARQUES, C. A. **Sustainable Development, Green Chemistry and Environmental Education in Brazil**. *In: EILKS, S. MARKIC, E.S.; B. RALLE, SHARKER, B. R. (Orgs.). Science education research and education for sustainable development (EDS): Aachen*, 2014, v.1, p. 147-156.

ZUIN, V. G.; MARQUES, C. A. **Green Chemistry in Brazil: Contemporary Tendencies and Challenges and its Reflections on High School Level**. *In: V. ZUIN; L. MAMMINO. (Org.). Worldwide Trends in Green Chemistry Education: Cambridge: Royal Society of Chemistry*, 2015, v.1 , p. 103-123.

ZUIN, V. G.; MARQUES, C. A.; ROLOFF, F. B.; VIEIRA, M. S. Desenvolvimento Sustentável, Química Verde e Educação Ambiental: o que revelam as publicações da SBQ. **Revista Brasileira de Ensino de Química**, v. 10, p. 79-90, 2015.

Apêndice A – Lista das Teses e Dissertações Analisadas⁴⁴

D1 - LEAL, Adriana Lopes. **A articulação do conhecimento químico com a problemática ambiental na formação inicial de professores.** 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2002.

D2 - LINDNER, Alexandra. **Síntese de Surfactantes Altamente Biodegradáveis pela Transesterificação de Ésteres de Ácidos Graxos com Sacarose.** 2005. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2005.

D3 - SOUZA, Davila Firmino de. **Emprego de Frutas Tropicais como Biocatalisadores em Reações de Hidrólise para a Produção de Álcoois Quirais.** 2005. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, 2005.

D4 - COELHO, Juliana Cardoso. **A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de química de Criciúma.** 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2005.

D5 - ALVES, Luana Magalhães. **Uso de Líquidos Iônicos como Solventes em Reações de Adição Nucleofílica de Alguns Compostos Nitrogenados a Grupos Carbonílicos.** 2005. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Brasília – UNB. Brasília, 2005.

D6 - TAKADA, Sayuri Cristina dos Santos. **Estudo da Reação de Passerini em Solventes Alternativos.** 2006. Dissertação (Mestrado em

⁴⁴ As teses e dissertações estão dispostas por ordem de data de defesa, conforme apresentadas nas Tabelas 9 e 10.

Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Brasília – UNB. Brasília, 2006.

D7 - OLIVEIRA, Edimar de. **Sílicas Hexagonais Mesoporosas Modificadas com Aminas para a Adição Nítrometano em Ciclopentenona.** 2006. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade de Brasília – UNB. Brasília, 2006.

D8 - GONÇALVES, Monique. **Reações Multicomponentes na Síntese de 1,4-Diidropiridinas via Metodologia de Hantzsch em Meio Aquoso: uma estratégia em Química Verde.** 2007. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.

D9 - MELO, Júlio César Perin de. **Síntese e Caracterização de Derivados da Celulose Modificada com Anidridos Orgânicos - Adsorção e Termodinâmica de Interação com Cátions Metálicos.** 2007. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2007.

D10 - REIS, Camilla Moretto dos. **Síntese, Utilizando Metodologias Alternativas e Avaliação Citotóxica de Compostos Meso-iônicos da Classe 1,3,4-Tiadiazólio-2-Aminida.** 2008. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ. Seropédica, 2008.

D11 - CAVALCANTI, Livia Nunes. **Caracterização de Crotilistananas por RMN e Estudo da Reação de Alquilação Redutiva de Nitrobenzeno.** 2008. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal Pernambuco – UFPE. Recife, 2008.

D12 - FERREIRA, Patrícia da Costa. **Adição de Tióis a Compostos Carbonílicos A,B – Insaturados utilizando KF/Alumina em Meio Livre de Solvente.** 2008. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2008.

- D13 - LEMOS, Sahra Cavalcante. **Desenvolvimento de Metodologia Alternativa Limpa para Análise de Nitrito**. 2008. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Araraquara, 2008.
- D14 - CORTES JUNIOR, Lailton Passos. **As Representações Sociais de Química Ambiental: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2008.
- D15 - PINTO, Victor Hugo de Araujo. **Síntese, Caracterização e Aplicação Adsorptiva de um novo Agente Sililante Imobilizado na Sílica Gel por Rotas Distintas**. 2009. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa, 2009.
- D16 - DUTRA, Luiz Gustavo. **Síntese de Benzimidazóis a partir da Condensação do Citronelal e outros Aldeídos com 1,2-Fenilendiamino, utilizando $\text{SiO}_2/\text{ZnCl}_2$ e em Meio Livre de Solvente**. 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2009.
- D17 - BRETANHA, Lizandra Czermainski. **Síntese de 5-Alquil(Aril)-3-Triclorometil-1,2,4-Oxadiazóis**. 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2009.
- D18 - LIMA, Liliane Spazzapam. **Desenvolvimento de Procedimento em Fluxo com Detecção Espectrofotométrica para Análise de Bromoprida em Medicamentos e/ou Fluido Biológico**. 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Araraquara, 2009.
- D19 - SILVA, Hércules Santiago. **Novas Metodologias em Química Verde para Reações de Barbier com Haletos Aromáticos e Seleniação de Compostos Carbonílicos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal Pernambuco – UFPE. Recife, 2009.

D20 - RODRIGUES, Guilherme Dias. **Um Método Verde e Sensível para Determinação de Fenóis em Amostras de Água utilizando Sistemas Aquosos Bifásicos.** 2009. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Viçosa – UFV. Viçosa, 2009.

D21 - VENZKE, Dalila. **Síntese Limpa de 2-(3,5-Diaril-4,5-Diidro-1h-Pirazol-1-Il)-4-Feniltiazóis Promovida por Ultrassom.** 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2010.

D22 - FEIJÓ, Josiane de Oliveira. **Reação de Baylis-Hillman acelerada por Líquido Iônico de Selenônio.** 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2010.

D23 - PARREIRA, Luciana Alves. **Oxidação Aeróbica de Olefinas Alil Aromáticas Catalisada por Paládio e do Álcool Benzílico Catalisada por Nanopartículas de Ouro.** 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2010.

D24 - AMARAL, Rafael Carniato do. **Síntese Verde de N-Alquilcitronelilaminas e N-Alquilcitronelilaminas a partir do (R)-Citronelal - Aplicação na Síntese de um Juvenóide.** 2010. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2010.

D25 - MONTEIRO FILHO, Severino Silvio do. **Microfabricação de um Analisador em Fluxo-Batelada (Micro Flow-Batch) à Base de Polímero Fotocurável Uretano-Acrilato.** 2010. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa, 2010.

D26 - RICORDI, Vanessa Gentil. **Glicerol como Solvente Reciclável em Reações de Acoplamento entre Disselenetos de Diarila com Ácidos Arilborônicos.** 2011. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2011.

D27 - PICOLOTO, Rochele Sogari. **Determinação de Elementos Traço em Solo por Icp-MS após Volatilização Empregando Combustão Iniciada por Micro-Ondas.** 2011. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2011.

D28 - GONÇALVES, Loren Caroline Czermainski. **Glicerol como Solvente Reciclável na Preparação de Selenetos Vinílicos.** 2011. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2011.

D29 - GAMA, Fernando Henrique de Souza. **A Utilização de 2,2,6-Trimetil-4h-1,3-Dioxin-4-Ona na Síntese de Derivados de Compostos 1,3 Dicarbonilados. Reações Multicomponentes.** 2011. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2011.

D30 - SILVA, Caroline dos Santos. **Determinação de Na, K em Amostras Biológicas e Hg em Álcool Combustível por Espectrometria Atômica.** 2011. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2011.

D31 - GIGANTE, Andréa Cristina. **Desenvolvimento de Método Limpo para a Determinação de Uréia.** 2011. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Araraquara, 2011.

D32 - ROLOFF, Franciani Becker. **Questões Ambientais em Cursos de Licenciatura em Química: as vozes do currículo e professores.** 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2011.

D33 - DREWS, Franciele. **Abordagens de Temáticas Ambientais no Ensino De Química: um olhar sobre textos destinados ao professor da Escola Básica.** 2011. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2011.

D34 - SANTOS, Ana Paula Floriano. **Síntese de Fotocatalisadores por Método de Molten Salt e Termooxidação de Complexos de Ti e Nb para Aplicação em Fotocatálise Ambiental.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2012.

D35 - MESQUITA, Katiúcia Daiane. **Síntese de Sulfetos e Selenetos Graxos Quirais Derivados do Óleo de Mamona.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. Pelotas, 2012.

D36 - MOREIRA, Elizabeth Lima. **Síntese e Caracterização de TiO₂ Puro e Modificado para Aplicações Ambientais.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ. Rio de Janeiro, 2012.

D37 - TABARELLI, Greice. **Síntese de Tioéteres Alílicos a partir de Álcoois Alílicos d Tióis sem o Uso de Solvente e Catalisadores Sob Irradiação de Micro-Ondas.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2012.

D38 - SILVA, Irlene Maria Pereira e. **Sílica Gel Quimicamente Modificada com Epicloridrina na Presença ou Ausência de Solvente - Estudo Termodinâmico da Interação Envolvendo o Cobre.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2012.

D39 - FEU, Karla Santos. **Emprego da Organocatálise como uma Ferramenta da Química Verde em Reações de Adição Conjugada: Estudos Visando a Síntese de Anéis Indólicos.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Campinas, 2012.

D40 - MACEDO, Adriana Nori de. **Desenvolvimento de Métodos Analíticos Visando Atender aos Princípios da Química Verde na Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Leite Bovino.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-

Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2012.

D41 - CORDEIRO, Tiago de Angelis. **Novos Tensoativos Não-iônicos para CO₂ – supercrítico: síntese e estudos de algumas propriedades.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2012.

D42 - HRYSYK, Angélica de Souza. **Inserção da Química Verde em Atividades Experimentais de Graduação.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Programa de Pós-Graduação em Química Aplicada, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Guarapuava, 2012.

D43 - LEITE, Marina Morais. **Síntese e Caracterização de Diferentes Óxidos de Titânio por meio de Rotas Verdes.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2012.

D44 - XAVIER, Augusto de Lima. **Design Teórico, Síntese Multicomponente e Comprovação Experimental da Atividade Antinociceptiva de Pirimidinonas em Camundongos, por vias Intraperitoneal e Oral.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal Pernambuco – UFPE. Recife, 2012.

D45 - SOBRINHO, Joelma Pereira dos Santos. **Determinação de Bromofenóis Simples em Peixes do Litoral da Bahia por Micro extração com Gota Única.** 2012. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Bahia – UFBA. Salvador, 2012.

D46 - SOUZA, Fábio Fontana de. **Construção e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem voltado à Educação em Ciências, Química Verde e Sustentabilidade Socioambiental.** 2013. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Campinas, 2013.

D47 - MARQUES, Thiago Linhares. **Desenvolvimento de uma Metodologia Analítica em Fluxo para Determinação**

Espectrofotométrica de Fluoreto em Águas Naturais pelo Método de SPADNS. 2013. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal Uberlândia – UFU. Uberlândia, 2013.

D48 - SOUZA, Ana Paula Nazar de. **Sínteses e caracterizações de TiO₂ puro, dopado e co-dopado pelo método sol-gel e suas atividades fotocatalíticas.** 2013. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2013.

D49 - TERRA, Bruna Silva. **Uso de Ácidos Orgânicos e Irradiação de Micro-ondas na Síntese de Xantenonas como Potencial Atividade Antirradicalar.** 2013. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2013.

D50 - ZANDONAI, Dorai Periotto. **A inserção da Química Verde no curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar: um estudo de caso.** 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Campinas, 2013.

T1 - SILVA, Leonardo Morais da. **Investigação da Tecnologia Eletroquímica para a Produção de Ozônio: aspectos fundamentais e Aplicados.** 2004. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2004.

T2 - SOUZA, Maria José Serafim de. **Síntese e Caracterização Estrutural de Novos Complexos de Nióbio a Partir do Óxido de Nióbio(V).** 2005. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2005.

T3 - RODRIGUES, Hugo de Souza. **Obtenção de Ésteres Etilícos e Metílicos, por Reações de Transesterificação, a partir do Óleo da Palmeira Latino Americana Macaúba - Acrocomia Aculeata.** 2007. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2007.

T4 - VIEIRA, Mariana Antunes. **Estudos de Geração de Vapor para Técnicas de Espectrometria Atômica para a Determinação de Elementos Traço em Materiais Geológicos em Suspensão e para a Especificação de Mercúrio em Materiais Biológicos.** 2007. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2007.

T5 - MATOS, Ricardo Alexandre Figueiredo. **Síntese, Caracterização e Aplicação de Novos Líquidos Iônicos Quirais.** 2007. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Brasília – UnB. Brasília, 2007.

T6 - FAÇANHA, Maria Alexsandra Rios. **Síntese e Aplicabilidade de Antioxidantes Derivados do Cardanol Hidrogenado.** 2008. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, 2008.

T7 - MARTINS, Clarissa Tavares. **Solvatação por Solventes Puros e suas Misturas: Relevância para Química e Química Verde.** 2008. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2008.

T8 - FONSECA, Alexandre. **Construção e Avaliação de Microsistemas para Análise em Fluxo.** 2008. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2008.

T9 - ALMEIDA, Queli Aparecida Rodrigues **Reações Orgânicas em Água: Adições de Michael e Formação de Pirróis Altamente Substituídos.** 2010. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2010.

T10 - MELO, Marlene Rios. **Elaboração e Análise de uma Metodologia de Ensino Voltada para as Questões Sócioambientais na Formação de Professores de Química.** 2010. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2010.

T11 - ZUIN, Vânia Gomes. **A inserção da dimensão ambiental na formação inicial de professoras/res de Química: estudo de caso.**

2010. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2010.

T12 - ZUIN, André. **Desenvolvimento de Nanomateriais Superparamagnéticos Funcionais para uma Química Sustentável.** 2011. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2011.

T13 - BARBOSA, José Tiago Pereira. **Investigação de Metais, Metaloides, Halogênios e Isoflavonas em Amostras de Soja e Derivados.** 2011. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Bahia – UFBA. Salvador, 2011.

T14 - SILVA, Renato Augusto da. **Aminação Redutiva de Aldeídos e Cetonas em Meio Aquoso: uma nova metodologia simples e versátil para obtenção de Aminas Alquiladas Promovida por Zinco e Métodos Eletroquímica.** 2011. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Recife, 2011,

T15 - MENDES, Samuel Rodrigues. **Síntese de Compostos Indólicos Catalisada por Cloreto de Cério (III).** 2011. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2011.

T16 - SILVA, Fernando Luiz Cássio. **Novos Tensoativos Oxigenados para Fluidos Supercríticos.** 2011. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2011.

T17 - SILVA, Aline Santana da. **Desenvolvimento de métodos quantitativos e de sistemas de screening para a determinação de glifosato.** 2012. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual Paulista – UNESP. Araraquara, 2012.

T18 - LIMA, Paulo Galdino de. **Líquidos Iônicos N-Alquil-Piridínios: Síntese e Sistemas Bifásicos em Reações de Sonogashira.** 2012. Tese

(Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2012.

T19 - BIZZI, Cezar Augusto. **Emprego de Oxigênio e Peróxido de Hidrogênio como Auxiliares na Decomposição de Amostras Biológicas por Via Úmida Assistida por Radiação Micro-Ondas.** 2012. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2012.

T20 - SANTOS, Klecia Morais dos. **LIBS e Nanopartículas Fluorescentes: novas estratégias para determinação de íons de Cu(II) em águas.** 2012. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2012.

T21 - SPEZIALI, Marcelo Gomes. **Novos Sistemas de Acoplamentos Cruzados em Fase Homogênea e Heterogênea para a Síntese de Produtos de Química Fina.** 2012. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2012.

T22 - ARAUJO, Yara Jaqueline Kerber. **Enzimas em Biocatálise (Esterificação de aminas, adição de Michael, clonagem e expressão de álcool desidrogenase).** 2013. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2013.

T23 - DA COL, José Augusto. **Avaliação Rápida, Direta e Sem Geração de Resíduos de Amostras da Vida Cotidiana por Fluorescência de Raios X por Dispersão em Energia.** 2013. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas, 2013.

T24 - ROCHA, Diogo Librandi da. **Desenvolvimento de Procedimentos Analíticos em Fluxo com Multicomutação e Foto-oxidação em Linha para a Determinação Espectrofotométrica de Espécies de Interesse Ambiental, Alimentício e Clínico.** 2013. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de São Paulo – USP. São Paulo, 2013.

T25 - PEIXOTO, Amanda Maria Dantas de Jesus. **Técnicas Espectroanalíticas aliadas à Química Verde Visando à Determinação de V e Mo com Procedimentos de Extração e Pré-concentração.** 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Campinas, 2014.

T26 - VIEIRA, Lucas Campos Curcino. **Síntese de derivados de chalconas e de 2-quinolinonas visando a busca por inibidores das enzimas cruzaina e da família BET bromodomain.** 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Campinas, 2014.

T27 - CASALE, Mariana Romano Camilo. **Desenvolvimento de Processos Químicos seguindo os Princípios Adotados pela Química Verde: Redução e Conversão de CO₂ usando Compostos de Mn(I).** 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Campinas, 2014.