

setor, representados, na sua maioria pelas novas Secretarias de Meio Ambiente de cada Estado da Federação. **Ao lado desse movimento surgem políticas específicas para os demais setores voltados à formação de pessoal e arcabouço institucional que atendessem a essas demandas da sociedade, especialmente na área da educação, ciência e tecnologia** (BRASIL, 2012, p.16, grifo nosso).

Nesse contexto foi elaborado o II PNPG (1982-1985), cujo objetivo central era a formação de recursos humanos qualificados para as atividades docentes, de pesquisa e técnica visando ao atendimento dos setores público e privado. O III PNPG (1986-1989), organizado no mesmo período do I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND), expressava uma tendência vigente à época: a conquista da autonomia nacional. Dentro dessa perspectiva, a ênfase principal desse plano estava no desenvolvimento da pesquisa pela universidade e a integração da pós-graduação ao sistema de ciência e tecnologia, aliado ao setor produtivo nacional. A preocupação com a questão ambiental e a redução das políticas de desenvolvimento regional configuram o foco do III PNPG. O horizonte temporal desse plano coincidiu com a promulgação, em 1988, da atual Constituição Federal do Brasil, o que caracterizou um momento de novos arranjos institucionais com a criação e o fortalecimento de sistemas nacionais, novas diretrizes e princípios que vinculavam, indissociavelmente, educação e ciência, tecnologia e meio ambiente, ratificando o papel da educação nesse processo, além de contemplar também alguns princípios enunciados em 1987, no documento “Nosso Futuro Comum” (BRASIL, 2012).

Já o IV PNPG (1998-2002) não foi promulgado, mas as diretrizes foram adotadas pela CAPES. Definiu-se pela ênfase na expansão do sistema, na diversificação do modelo de pós-graduação, na introdução de mudanças no processo de avaliação e na inserção internacional do Sistema Nacional da Pós-Graduação Nacional (SNPG). O V PNPG (2005-2010), por sua vez, caracterizou-se:

[...] pela introdução do princípio de indução estratégica nas atividades de pós-graduação em associação com as fundações estaduais e os fundos setoriais, pelo aprimoramento do processo de avaliação qualitativa da pós-graduação (conceito de nucleação, revisão do sistema

Qualis/CAPES e introdução do PROEX), pela preocupação com solidariedade entre programas de pós-graduação e seu impacto social; expansão da cooperação internacional; combate às assimetrias; formação de recursos humanos à inovação tecnológica no mundo globalizado e competitivo; e ênfase na formação de docentes para todos os níveis de ensino, como de quadros técnicos, por meio de mestrado profissional para os segmentos público e privado da sociedade (BRASIL, 2012, p.17).

Por meio do V PNPg empreenderam-se esforços no sentido de subsidiar a formulação e implementação de políticas públicas voltadas às áreas de educação, ciência e tecnologia. A política adotada visou atender às demandas e temas emergentes da sociedade, como garantir a consolidação e a ampliação do SNPG.

O VI PNPg (2011-2020), atualmente vigente, segundo a CAPES, inscreve-se no quadro de “janelas de oportunidades”, que se abrem na perspectiva do crescimento e da nova configuração social e econômica do país. Trata-se de um instrumento de ação importante para concatenar o desenvolvimento vivenciado pelo país, aproveitando essas oportunidades também para superar heranças sociais e históricas e contribuir para uma sociedade de bem-estar na perspectiva do DS (BRASIL, 2012), onde:

Planos Nacionais de Pós-Graduação (PNPg), em suas edições, constituíram-se em elementos essenciais na construção, desenvolvimento conceitual e enquadramento da pós-graduação no país. Entendida como subsistema do conjunto do sistema educacional, **a pós-graduação foi contemplada nos diferentes Planos Nacionais por uma direção macro-política com a realização de diagnósticos e estabelecimento de metas e de ações, articulada por amplo sistema de financiamento governamental de ciência, tecnologia e meio ambiente** (BRASIL, 2012, p.19, grifo nosso).

A pós-graduação é entendida como um subsistema do sistema universitário, e este, do sistema educacional. A CAPES comenta que os PNPg são essenciais na construção, no desenvolvimento conceitual e no

enquadramento da pós-graduação no país, pois realizam diagnósticos e estabelecem metas e ações, articuladas com base em um amplo sistema de financiamento governamental, que abrange a ciência, a tecnologia e o meio ambiente.

O livro ainda apresenta indicadores da produção científica da PPG, relatando a situação atual e desafios da pós-graduação relacionados aos temas da Rio+20 (água, oceanos, emprego, economia verde, inclusão social, energia, cidades sustentáveis, alimentos, segurança alimentar e agricultura sustentável, mudanças climáticas e desastres naturais). Especificamente para a Química, o documento discute a necessidade do aumento de pesquisas que busquem fontes de energia renováveis e processos limpos na área. Esse aspecto reforça a necessidade de se refletir sobre formas mais adequadas para a produção de conhecimentos científicos e tecnológicos que possam reduzir ou eliminar a geração de resíduos e efluentes tóxicos, e que pode ser inserida por meio do movimento da QV (ROLOFF; MARQUES, 2014; MARQUES, MACHADO, 2014; ZUIN; MARQUES, 2015). Em consonância com tal afirmação, Zuin (2013) aponta que a QV tem se tornado cada vez mais presente nos PPG em Química do país.

A publicação do documento sobre a CAPES na Rio+20 (BRASIL, 2012) pode contribuir para o aprofundamento dos debates em círculos especializados (esotérico), envolvendo sujeitos responsáveis pela tomada de decisão, de modo a orientar a dinâmica de desenvolvimento do país na direção da busca pela sustentabilidade. É importante que seu conteúdo perpassasse os indivíduos que constituem o círculo exotérico na PPG, ou seja, aqueles que ainda não discutem a inserção da perspectiva ambiental como suporte ao panorama atual do desenvolvimento científico e tecnológico nacional.

Percebe-se que os documentos oficiais que orientam a educação no país apontam para a importância e a necessidade de se tratar questões, como as ambientais, em todos os níveis de ensino, embora não exista um consenso acerca de um referencial pedagógico teórico-conceitual único para subsidiar as práticas e perspectivas educacionais, quando se considera a produção tecnocientífica e suas inter-relações com as questões ambientais.

No âmbito do ensino da Química, processos para se trabalhar a conscientização, juntamente com a apropriação dos conhecimentos químicos, associados às questões ambientais, podem se dar por meio de propostas de contextualização do ensino. A título de exemplo, a abordagem de questões ambientais pode se dar por meio de temas geradores (FREIRE, 1997; DELIZOICOV, 2008; COELHO;

MARQUES; DELIZOICOV, 2009), ou ainda, ocorrer via ideias do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), quando o enfoque nessas questões tem como intuito desenvolver nos alunos atitudes e valores (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; SANTOS; MORTIMER, 2001; SANTOS, 2008). O tratamento/abordagem também pode se dar por meio da experimentação (GONÇALVES, 2009). A incorporação de metodologias voltadas ao estudo de situações sócio-científicas controversas também tem se mostrado atraente em processos educativos que contemplam a perspectiva ambiental (ZUIN, 2008). Nesta pesquisa, ainda que brevemente, discutiremos sobre as perspectivas da Educação Ambiental, da Química Ambiental (já abordada, mas agora com foco sobre seu ensino), e as formas pelas quais a QV pode ser inserida no ensino de Química.

3.1.2 Educação, Desenvolvimento e Sustentabilidade: interlocuções com a Educação Ambiental

As condições gerais da origem dos problemas ambientais no mundo, suas relações com o desenvolvimento econômico/social e com os avanços do conhecimento científico, em resposta às diversas necessidades da humanidade em seu processo de construção e transformação do natural, social, cultural e ético, discutidas nos movimentos ambientalistas, refletiram também no campo educacional, resultando no surgimento da chamada Educação Ambiental (EA).

A EA é parte integrante de um movimento de constituição de alternativas contra-hegemônicas que visam à construção de outras formas na relação sociedade-natureza, e também histórico, ao considerar a questão ambiental no mundo. Não trabalharemos aqui a forma tradicional de uma resenha histórica sobre a gênese desse conceito³², como surge e se transforma ao longo dos anos, já que a intenção é desenvolver um breve panorama das principais propostas de educação baseadas na EA, as quais podem auxiliar na resolução dos novos desafios colocados ao ensino de aspectos ambientais intrinsecamente associados à Química.

É importante destacar a existência de diversas vertentes de EA, com objetivos, ideias, propostas, ideologias e pensamentos distintos. Santos e colaboradores (2012) expressam que as adjetivações da EA

³² Vários trabalhos apresentam e discutem exaustivamente o tema. Importantes leituras sob essa ótica histórica são apontadas por Loureiro (2012, p. 81).

existentes vão surgindo na medida em que se deseja diferenciar processos educativos ambientais que não dariam conta das mudanças necessárias para a melhoria da relação entre o humano e o meio ambiente, caracterizando disputas ideológicas.

Em um de seus trabalhos, Sauv  (2005) cataloga 15 distintas correntes em EA, a saber: naturalistas, conservacionistas, de resolu o de problemas, científicas, sist micas, humanistas, etnográficas, feministas, biorregionais, críticas e de sustentabilidade, por exemplo. Descreve todas e defende que cada uma delas se distingue por características particulares, embora possam ser identificadas algumas zonas de convergência.

Outras são identificadas igualmente por Layrargues (2006), baseado nas proposi es de outros autores: educa o para o DS, educa o para a sustentabilidade, EA problematizadora, ecopedagogia, educa o no processo de gestão ambiental, EA crítica, EA transformadora, e EA emancipatória. Essas três últimas denomina es, particularmente significativas e similares, são apresentadas e discutidas por Loureiro:

- *crítica* - por situar historicamente e no contexto de cada forma o socioecon mica as rela es sociais na natureza e estabelecer como premissa a permanente possibilidade de nega o e supera o das verdades estabelecidas e das condi es existentes, por meio da a o organizada dos grupos sociais e de conhecimentos produzidos na práxis;
- *emancipatória* - ao almejar a autonomia e a liberdade dos agentes sociais pela interven o transformadora das rela es de domina o, opressão e expropria o material;
- *transformadora* - por visar a mais radical mudança societária, do padrão civilizatório, por meio do simultâneo movimento de transforma o subjetiva e das condi es objetivas (LOUREIRO, 2012, p. 88-89).

Destacamos e defendemos essas correntes ligadas   EA, pois, praticando-as como referencial analítico e/ou dialogando com as perspectivas da QAmb e da QV, entendemos que possam proporcionar não somente a aquisi o de conhecimentos técnico-científicos, mas também ser relevantes para a constru o de uma nova racionalidade

ambiental, que possibilite o julgamento de valores e atitudes em relação ao meio ambiente.

Cabe lembrar que há quase dois anos se encerrou a Década das Nações Unidas de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (DEDS) (2005-2014), cujo objetivo era “integrar os valores inerentes ao DS em todos os aspectos da aprendizagem com o intuito de fomentar mudanças de comportamento que permitam criar uma sociedade sustentável e mais justa para todos” (UNESCO, 2005, p. 16). Sendo assim, percebe-se que o DS fundamenta-se na visão de um mundo onde todos tenham a oportunidade de se beneficiar da educação e de aprender os valores, comportamentos e modos de vida exigidos para um futuro sustentável e para uma transformação positiva da sociedade.

Esses fatores corroboram com os princípios norteadores da EA, visto que essa perspectiva tem como foco e experiência as discussões/ações que visam proporcionar mudanças (éticas) atitudinais e comportamentais nos seres humanos. Porém, o documento elaborado pela UNESCO (2005) deixa claro que a educação para o DS não deve ser equiparada à EA, visto que a interpretam como uma disciplina que enfatiza a relação dos homens com o ambiente natural, as formas de conservá-lo, de preservá-lo e de administrar seus recursos adequadamente. Logo, a educação para o DS *engloba* a EA, colocando-a no contexto mais amplo dos fatores socioculturais e das questões sociopolíticas de igualdade, pobreza, democracia e qualidade de vida.

Zuin e Freitas (2007) expõem que, para o Ensino Superior, na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), é facultada a criação de disciplinas nas áreas voltadas aos aspectos metodológicos da EA, nos cursos de pós-graduação e de extensão. Especificamente à formação inicial de professores, o PNEA ressalta que a dimensão ambiental deve constar nos currículos, em todos os níveis e disciplinas, sendo que, para os professores em atividade, deve haver formação complementar em suas áreas de atuação (ZUIN; FARIAS; FREITAS, 2009). As autoras destacam que o processo mais amplo de institucionalização da EA (iniciado há mais de trinta anos) não se dissocia do movimento de ambientalização curricular, que pode ser definido como um:

processo complexo de formação de profissionais que se comprometam continuamente com o estabelecimento das melhores relações possíveis entre sociedade e natureza, contemplando valores e princípios éticos universalmente reconhecidos, o desafio de sua inserção não se esgota nos espaços

curriculares tradicionais (vulgo disciplinares), mas demanda a totalidade das práticas e políticas acadêmicas de ensino, pesquisa, extensão e gestão, ou seja, os pilares sobre os quais se estrutura a nossa idéia contemporânea de universidade (ZUIN, 2008, p. 6).

Um curso ambientalizado contempla trabalhos por meio de projetos, incorpora aspectos relacionados à contextualização, promove novas maneiras de refletir e agir coletivamente, além de dar maior flexibilidade ao currículo, embora ainda seja um processo incipiente nas universidades brasileiras, uma vez que depende “de mudanças efetivas nas estruturas institucionais que permitam o questionamento, a revisão e o desenvolvimento de abordagens epistemológicas, metodológicas, éticas e políticas mais adequadas à dimensão dos desafios colocados pela problemática ambiental” (ZUIN; FARIAS; FREITAS, 2009, p. 7).

Corroborando com o exposto, é preciso considerar que a EA mantém uma estreita relação com o ensino de Química, por oportunizar a compreensão de conhecimentos científicos e relacioná-los aos valores, atitudes, procedimentos e comportamentos dos educandos quanto às questões ambientais. E isso pode contribuir para a construção do conhecimento nas discussões, a fim de superar as nefastas consequências da degradação socioambiental.

Trabalhar com a perspectiva da EA, no ensino de Química, pode também asseverar a superação da característica antropocêntrica das ações humanas e de visões reducionistas de meio ambiente (ROLOFF, 2011). Ao incorporar metodologias, teorias e práticas estruturadas a partir das relações de interações entre os conjuntos dos fenômenos naturais e antrópicos, pode gerar compreensões superadoras do simplismo reducionista inerente ao pensamento dualista.

Zuin e Marques (2014) entendem que os aportes da EA podem fazer com que a Química evolua para a perspectiva da QV, convergindo-a ao campo social, especialmente da educação. Isso reforçaria uma perspectiva da educação CTS distanciada da racionalidade instrumental ou técnica, de origem na filosofia positivista.

O trabalho concomitante entre essas perspectivas (EA e QV) pode favorecer a problematização e a superação de visões simplistas e acríticas de entendimentos sobre o tratamento da problemática ambiental no ensino como, por exemplo, as três posturas apresentadas por Loureiro (2002), presentes em parte significativa dos ambientalistas e educadores no tratamento dessa temática: i) o naturalismo – os

problemas são abordados ignorando as relações sociais e a relação indivíduo-natureza, enquanto a ação humana é definida como antrópica e interpretada a partir dos parâmetros das ciências biológicas; ii) o tecnicismo – as soluções técnicas e de manejo e gestão de recursos naturais são apontadas como capazes de resolver dilemas atuais; e iii) o romantismo ingênuo – defendido por aqueles que buscam ser política e ecologicamente corretos, mas desconsideram a própria dinâmica da natureza e a inevitável ação humana sobre ela (nessa corrente poderíamos enquadrar os preservacionistas e conservacionistas).

Desta maneira, a EA tem o importante papel de fomentar a percepção da necessária integração do ser humano com o meio ambiente, no que se refere ao ensino de Química, não devendo se restringir a estudos de problemas ambientais, como o aquecimento global e a chuva ácida, por exemplo (ABREU; CAMPOS; AGUILAR, 2008), pois se assim o for, pode se reduzir a assuntos da Química **no** ambiente, relacionados a uma visão reducionista de meio ambiente, que pouco favorece a formação de compreensões e atitudes globais das questões ambientais, por desconsiderar os aspectos econômicos e sociais a elas relacionados (LEAL, 2002; PEREIRA *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2010).

Embora se reconheça sua necessidade, sabe-se que a incorporação da perspectiva ambiental nos espaços e currículos educacionais não se configura em ações simples, de modo que são indispensáveis novas perspectivas políticas, metodológicas e também epistemológicas para que seja garantida sua inserção em todos os níveis de ensino (MARQUES *et al.*, 2007; ZUIN, 2008; ZUIN; FARIAS; FREITAS, 2009). E assim sendo, julgamos que as questões ambientais não devem ser vistas e empregadas como enxertos disciplinares, mas abordadas de forma transversal. Como os conhecimentos científicos precisam fazer parte de uma visão globalizante de mundo, acreditamos que, além da EA, a Química Ambiental e a Química Verde são propostas que podem contribuir na abordagem dos temas ambientais, favorecendo a compreensão da problemática que os envolve e suas relações com a Química. E sobre isso discutiremos a seguir.

3.1.3 Situando a dimensão ambiental no ensino de Química: possibilidades da sinergia entre Química Ambiental e Química Verde

A formação de indivíduos aptos a tomar decisões sobre implicações socioambientais, com posicionamento crítico e capaz de estabelecer relações entre as diferentes dimensões (sociais, tecnológicas e científicas), pode, de algum modo, ser garantida por meio do aprendizado e da utilização de um corpo de conhecimentos e práticas, tanto da QAmb quanto da QV.

A QAmb, como já sinalizado, procura o desenvolvimento de procedimentos, técnicas e ferramentas para a detecção e saneamento de resíduos tóxicos emitidos no meio ambiente, identificando as causas e os problemas ambientais derivados dos processos químicos e suas tecnologias, criando, assim, ferramentas para o tratamento, na tentativa de remediar tais problemas (LEAL, 2002; MOZETO; JARDIM, 2002).

De acordo com Mozeto e Jardim (2002), a QAmb é reconhecida como o maior e mais natural exemplo da intermultidisciplinaridade da Química, destacando que os projetos de pesquisa na área de concentração (quer no ensino quer na avaliação da QAmb) não devem adotar uma abordagem reducionista. Os autores têm uma percepção de QAmb enquanto uma disciplina específica, que tem como objetivo os ecossistemas, seus compartimentos abióticos e bióticos. Todavia, ressaltam que todas “as questões abordadas que digam respeito a processos naturais e/ou afetados por ações antrópicas, quer da atmosfera, hidrosfera e geosfera/pedósfera, têm de ser tratadas de forma holística ou integrada” (MOZETO; JARDIM, 2002, p. 8).

Cortes Junior e Fernandez (2007) também entendem que a QAmb tem um caráter inter e multidisciplinar (dado que interage com a biologia, a geologia e a física), e uma dimensão socioeconômica, estruturada na interligação entre os conhecimentos químicos e a busca de uma complementaridade em outras áreas, visando ao entendimento da complexidade da questão ambiental, presente no universo da ciência e no senso comum da sociedade.

Quanto ao ensino de Química tendo como elemento configurador os conhecimentos da Química Ambiental, este permite:

trabalhar os conhecimentos químicos, permitindo que o aluno reconheça e compreenda as interações e transformações que ocorrem no meio ambiente, mantendo a atenção permanente à formação de

valores, atitudes e habilidades que propiciem a atuação individual e coletiva voltada para a preservação, a identificação e a solução de problemas ambientais, sociais, culturais e éticos, exige um novo olhar acerca da química, um novo tratamento desse conhecimento e de sua abordagem no ensino (CORTES JUNIOR; FERNANDEZ, 2012, p. 4).

Os autores compreendem que a QAmb se apresenta como uma proposta que pode estabelecer um novo paradigma no ensino de Química, de modo a incluir esse campo de conhecimento na formação humanística do cidadão, contribuindo para a educação ambiental e a conscientização holística e integrada da relação homem/natureza. Ao mesmo tempo, justificam a necessidade de os sujeitos precisarem ter conhecimentos sobre QAmb (mesmo que uma noção básica), pois não deriva exclusivamente dos químicos ou da indústria química a responsabilidade pela qualidade ambiental, já que todos estamos envolvidos com tomadas de decisão que envolvem a temática ambiental (CORTES JUNIOR; FERNANDEZ, 2007).

A própria Divisão de Ensino da SBQ, reconhecendo a necessidade de produzir materiais com temas atuais da Química, lançou uma série de cadernos temáticos no periódico *Química Nova na Escola*³³ para suprir a falta de material didático no país. Dos cinco temas escolhidos, um dos volumes foi dedicado à Química Ambiental, o qual, segundo Mozeto e Jardim (2002), alcançou um sucesso sem precedentes por trazer uma linguagem bastante simples e bem fundamentada sob o ponto de vista científico. Mesmo que isso reflita na importância da abordagem da QAmb no ensino da Química, é preciso levar em consideração que a inserção da dimensão ambiental no campo da educação tem se constituído em um grande desafio. As dificuldades encontradas pelos professores de Química na incorporação de metodologias que contemplem a perspectiva ambiental podem derivar de seus processos formativos (VAZ DE MELO, 2007; ABREU; CAMPOS; AGUILAR, 2008).

Para fomentar uma outra leitura da dimensão ambiental, no ensino da Química, a já citada perspectiva da QV surge como uma possibilidade que pode ser empregada em todos os níveis de ensino.

³³ Para conhecer os sete cadernos publicados, acessar: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/>.

De modo simplificado, podemos dizer que a QV, a partir de seus princípios, incentiva, desenvolve e aplica técnicas e metodologias químicas que visam reduzir e, preferencialmente, eliminar a produção de resíduos nas sínteses. Objetiva evitar o uso de solventes e reagentes tóxicos, além da geração de produtos ou subprodutos que sejam nocivos à saúde humana e ao ambiente. A QV pode, então, ser interpretada como a busca por um modelo de desenvolvimento em direção à SA (MACHADO, 2004), e como sua inserção prática pode proporcionar uma reflexão sobre a importância da ética ambiental na ciência química, há quem defenda a necessidade de sua abordagem no ensino da Química (ZUIN, 2008; ROLOFF, 2011; MARQUES, 2012; ZUIN, 2011; ALTAVA; BURGUETE; LUIS, 2013; HILL; KUMAR; VERMA, 2013; GÓES *et al.*, 2013; MARQUES *et al.*, 2013; SERRANO; RUVALCABA, 2013; MANSILLA; MUSCIA; UGLIAROLO, 2014; MARQUES; MACHADO, 2015; ZUIN, MARQUES, 2014; 2015).

Hill, Kumar e Verma (2013), ao mesmo tempo que discutem a educação enquanto uma ferramenta para a apreensão de conceitos químicos sustentáveis, percebem que são necessárias mudanças no ensino, de modo que seja possível abordar temas sociais relevantes (como a degradação ambiental e a fome, por exemplo) de forma interdisciplinar, considerando o papel da Química, defendendo a importância da educação científica para desvelar os problemas ambientais e da QV como alternativa para o desenvolvimento da SA. Para tanto, reconhecem que os princípios orientadores da QV oferecem desafios significativos para o ensino de Química, uma vez que a mentalidade de estudantes e pesquisadores têm de ser alterada para pensar em termos da SA, afinal, termos e conceitos como economia de átomos, redução de resíduos, tóxico *versus* benigno, eficiência energética, matérias-primas renováveis, controle de qualidade e gestão da segurança, tradicionalmente não foram incluídos na educação Química (HILL; KUMAR; VERMA, 2013).

Considerando os princípios que regem a QV, nas diferentes áreas que permitem sua aplicação (já que a QV é um passo em direção à sustentabilidade), onde os produtos e processos procuram equilíbrio ambiental socialmente viável, economicamente rentável, energeticamente desejável e eticamente aceitável, seu ensino torna-se um empreendimento em expansão, abrangendo várias regiões do mundo (SERRANO; RUVALCABA, 2013).

Eilks e Rauch (2012), ao falar sobre os desafios de um desenvolvimento mais sustentável, destacam igualmente o papel e as contribuições do ensino de Química, especificamente pelo viés da QV.

Para eles, esses aportes devem fazer parte não apenas da formação inicial dos químicos, mas também serem abordados na escolarização básica.

Em consonância com essa afirmação, Burmeister e Eilks (2012) descrevem o desenvolvimento e a avaliação de um plano de aula de Química para o Ensino Médio, cujo tema era a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) a partir de três exemplos. As situações de estudo usam questões ambientais como um contexto para o ensino de Química, ao passo que utilizam o debate sobre o plástico como uma questão sócio-científica. Os autores revelam que o plano de aula tem potencial para contribuir com níveis mais elevados de motivação por parte dos alunos e para a compreensão da EDS. Isso porque a indústria química está no cerne de toda a sociedade industrializada, apontando para uma química mais verde a fim de atingir uma produção mais sustentável. Desta forma, portanto, a educação química exerce um papel de destaque na EDS (BURMEISTER; EILKS, 2012).

No que tange à formação inicial de professores de Química, Karpudewan, Ismail e Roth (2012b) discutem em seu artigo os resultados de uma pesquisa realizada com licenciandos em Química, de uma universidade da Malásia, cujo objetivo era demonstrar que um curso contendo atividades laboratoriais de QV pode modificar os comportamentos pró-ambientais de pessoas (por exemplo, o despejo de resíduos tóxicos e a falta de reciclagem — que não é uma atitude QV). A pesquisa foi realizada com um grupo de 140 professores (que desenvolveram as atividades laboratoriais QV) e outros 123 no grupo controle (que desenvolveram as atividades com a “química tradicional”). Questionários pré-teste e pós-teste foram aplicados para mensurar os motivos que levavam os estudantes a terem comportamentos pró-ambientais. Foram selecionados também alguns sujeitos para a entrevista pré e pós-teste. A partir dos resultados obtidos, os autores concluíram que a inserção da QV no currículo de curso para a formação de professores de Química mostrou-se eficiente para modificar os valores dos estudantes de modo a desencadear comportamentos pró-ambientais. É preciso destacar que o comportamento pró-ambiental, desejado pelos autores, volta-se a uma educação ambiental conservadora, pois se preocupa apenas com ações de conservação do meio ambiente, sem se focar em aspectos socioculturais.

Altava, Burguete e Luis (2013) também ressaltam que a educação é um aspecto fundamental da QV. Em seu artigo, apresentam a

experiência de um grupo de pesquisadores (composto por sujeitos de diferentes universidades espanholas, centros de pesquisa e outras instituições) que, convencido da importância crescente do campo da QV, começa a trabalhar em conjunto, criando a chamada Rede Espanhola de Química Sustentável (na última década do século XX, ou seja, no período em que a QV é criada), que busca regulamentar a inclusão dos conceitos da QV nos currículos de Química da graduação e pós-graduação. No entanto, no mesmo artigo, os autores concentram-se em apresentar a implementação do programa interuniversidades de pós-graduação (mestrado e doutorado) em Química Sustentável, destacando ser um processo complexo (em função do formato, por envolver distintas IES) e apresentando a organização e a estrutura do programa. Falam do sucesso e interesse de expansão do programa não apenas na Europa, avaliando a possibilidade da cooperação de países norteafricanos (Argélia e Marrocos) e latino-americanos (Peru e Cuba).

Como cada vez mais os químicos estão conhecendo, e até adotando, a QV em suas práticas (ZUIN, 2013), e é importante que recebam uma educação em QV, principalmente os mais jovens e em processo de formação. Porém, para a adoção de práticas e métodos QV no meio acadêmico, é necessário que os profissionais recebam, já na educação formal, informações e conhecimentos sobre essa filosofia (MANSILLA; MUSCIA; UGLIAROLO, 2014). Logo, os educadores devem adquirir conhecimentos para integrar a QV ao currículo. Baseados em Anastas e Kirchhoff (2002), os autores definem passos importantes a serem tomados para promover os pilares dessa nova perspectiva no currículo:

- O reconhecimento sistemático de perigo/toxicidade como uma propriedade física/química da estrutura molecular que pode ser projetada e manipulada.
- O desenvolvimento e a utilização de experimentos práticos para demonstrar os princípios da Química Verde.
- A incorporação de equações balanceadas nos livros de química orgânica, em conjunto com a utilização do conceito de “economia atômica”.
- A introdução dos conceitos básicos de toxicologia química.
- A incorporação de questões da química verde nos exames de certificação profissional.

- Disponibilizar para os professores materiais de referência para a incorporação da química verde nos cursos existentes.
- Educar os legisladores e educadores sobre os benefícios da Química Verde. (MANSILLA; MUSCIA; UGLIAROLO, 2014, p. 57, tradução nossa).

Cumprido destacar que os autores ressaltam que não é necessário propor um curso dedicado à QV, mas que sua implantação deve perpassar transversalmente todas as áreas da Química, como já salientado, mesmo se referindo a atividades de laboratório de química orgânica.

Goes e colaboradores (2013) trazem uma interessante discussão acerca do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK³⁴) em QV, de professores do Instituto de Química de uma universidade do país, que atuam em disciplinas dos cursos de graduação em Química, Química Ambiental, Química Industrial e Licenciatura em Química. Além das concepções e propósitos identificados de ensinar a QV, baseados no trabalho de Burmeister, Rauch e Eilks (2012), descrevem três modelos básicos para a implementação de aspectos associados ao DS no ensino da Química:

Modelo 1. *Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais*: tal abordagem envolve a transformação dos tradicionais experimentos em experimentos orientados de acordo com os princípios da QV. Esse modelo pode ajudar a evidenciar como a pesquisa em química e as indústrias químicas podem buscar a minimização do uso de recursos materiais e energéticos, a diminuição da geração de resíduos, e a proteção do ambiente de maneira geral. Nessa abordagem a ênfase não recai de maneira significativa sobre aspectos mais controversos a respeito de decisões sobre tecnologias alternativas, ou sobre a complexa interligação entre ciência, tecnologia e sociedade.

³⁴ PCK refere-se ao termo *pedagogical content knowledge*, um construto introduzido por Shulman (1986, 1987) para descrever o conhecimento que distingue um professor de um especialista da matéria.

Modelo 2. *Incorporação de estratégias sustentáveis como conteúdo no currículo de Química*: nesse modelo, os princípios de química que embasam as estratégias usadas para contribuir ao desenvolvimento sustentável e à QV, bem como suas aplicações industriais, são trabalhados como conteúdos específicos no currículo. Um ponto importante nessa abordagem é o seu potencial de evidenciar os princípios fundamentais de química envolvidos em processos e produtos utilizados no dia a dia, tornando-os mais significativos (Pilot e Bulte, 2006).

Modelo 3. *Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos*: esse modelo busca abordar conteúdos de química através do uso de questões sócio-científicas no contexto de debates sociais controversos. Tem seu foco principal na abordagem de como os desenvolvimentos da química podem ser avaliados na sociedade considerando-se as diversas dimensões da sustentabilidade, ou seja, busca a compreensão de como a química é relacionada com a sociedade, economia e ambiente. Tal abordagem tem uma significativa orientação ao desenvolvimento de habilidades com foco em EDS (GOES *et al.*, 2013, p. 115).

Esses modelos refletem possibilidades pedagógicas para o ensino da QV e podem estar presentes nas T&D, propriamente, o *corpus* de investigação desta tese³⁵, refletindo, de certo modo, na constituição de um estilo de pensamento sobre a QV na comunidade epistêmica (EPICOCO; OLTRA; JEAN, 2014) dos químicos verdes.

Dentre as considerações apresentadas na pesquisa realizada por Goes e colaboradores (2013) quanto ao PCK de QV, destacamos um dos resultados: os professores atribuem maior importância à abordagem da QV nos cursos de Química Ambiental e Industrial, e **menor nos cursos de Licenciatura** e Bacharelado. Em termos gerais, os resultados sugerem que os aspectos relacionados ao modelo 3 (aspectos sócio-

³⁵ Essas categorias foram adaptadas e empregadas no processo de análise das T&D, conforme será apresentado no próximo capítulo.

científicos) assumem maior ênfase para a formação do pesquisador e professor.

É possível perceber que a utilização do corpo de conhecimentos e práticas tanto da QAmb quanto da QV para a abordagem de questões ambientais pode, de algum modo, garantir que os químicos recebam um conjunto de conhecimento sobre processos químicos que ocorrem no meio ambiente, sejam naturais ou não, ou então, na forma de remediação ou prevenção.

Quando associados os conhecimentos proporcionados pela QAmb — já que esta tem como foco principal o estudo das partes que constituem o meio natural e a avaliação dos impactos ambientais causados por ações antrópicas — aos estudos, pesquisas, produtos e princípios da QV, acreditamos que isso se constitua em um modelo que tem avançado na organização e na prática curricular-pedagógica dos cursos de Química, ainda que lentamente (ROLOFF, 2011). Em outras palavras, através de diferentes aportes teórico-práticos, tem se buscado dar um novo direcionamento às atividades químicas.

É possível perceber que apenas o estudo a partir das partes que constituem o meio natural e a avaliação dos impactos ambientais causados por ações antrópicas não são suficientes. É preciso ir além, pois a Química, como disciplina científica e associada à produção de conhecimentos (com um enorme potencial para o cuidado ambiental, pela produção e uso de novas formas de energia e de materiais, por exemplo), pode proporcionar entendimentos e práticas químicas mais sustentáveis. Desta maneira, faz-se necessário que seja reconhecida a importância global desse novo ramo da Química, favorecendo repensar o quê, porque e como ensinar química, em uma base mais sustentável.

Mesmo cientes da existência de limitações/dificuldades para a inserção da QV (das produções derivadas de seus doze princípios) no ensino de Química, e de uma formação que possibilite o tratamento adequado de temas ligados à Química Verde (ZUIN, 2013), uma vez que suas produções estão ainda pouco presentes no seio da Química e na formação inicial dos químicos (MARQUES *et al.*, 2013) — onde a difusão dos conceitos da QV (no Brasil) no meio acadêmico, industrial e governamental começou há pouco mais de cinco anos — (CORREA; ZUIN; 2009), mesmo assim, entendemos que ela já está contribuindo na formação de profissionais da química mais críticos³⁶ quanto às

³⁶ Por formação de sujeitos críticos, compreendemos aquela que aponta para a “tomada de consciência” dos conflitos e contradições existentes nas relações entre os seres humanos e a natureza, e logo, deles entre si, com vistas à

preocupações ambientais, sendo isso um reflexo ou consequência da influência da circulação de ideias acerca da Química Verde nas publicações da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Analisaremos essas produções e sua circulação entre os químicos para, na sequência, analisarmos sua influência nos estudos que vêm sendo produzidos no âmbito da pós-graduação.

3.2 A QUÍMICA VERDE E AS PREOCUPAÇÕES COM O SEU ENSINO: ANÁLISE DE PRODUÇÕES ACADÊMICAS DA SBQ

Diante do aumento da preocupação dos químicos com o meio ambiente e após duas décadas de criação da QV, percebe-se que há um crescimento constante no número de estudos, em vários periódicos, que tem apresentado resultados de pesquisas e, em alguns casos, relatos de atividades de formação e de ensino, em muitas áreas da Química, como aponta a pesquisa de Sousa-Aguiar e colaboradores (2014). Sanseverino (2000) comenta que terminologias como tecnologia limpa, processo limpo, síntese limpa e Química Verde têm sido frequentes na literatura, demonstrando uma nova conduta química para o aprimoramento de processos a fim de reduzir a geração de resíduos e os efluentes tóxicos. Mas, como salientam Marques e colaboradores (2013), embora esse crescimento e essa nova conduta sejam em parte positivas, propostas acerca do ensino de QV ainda são pouco presentes na formação inicial dos químicos.

No intuito de compreender como ocorre a circulação de ideias, resultados de pesquisa, experiências de ensino e de textos para difusão da QV, no âmbito nacional, e utilizando os mesmos critérios e descritores para a seleção das T&D, buscamos identificar os trabalhos publicados no âmbito da SBQ nos últimos 12 anos (2002 a 2014) referenciados na QV. As plataformas virtuais, disponibilizadas pela SBQ, foram utilizadas para o levantamento das publicações nas Reuniões Anuais da SBQ (RASBQ) e em quatro periódicos: *Química Nova* (QN), *Química Nova na Escola* (QNEsc), *Revista Virtual de Química* (RVq) e *Journal of the Brazilian Chemical Society* (JBCS).

transformação dessas mesmas relações em direção à equidade social e à busca pela sustentabilidade ambiental.

Essa escolha se deu pelo fato de a SBQ constituir-se como a principal sociedade de Química do país³⁷ – especialmente no âmbito da aglutinação da comunidade química acadêmica – visto que objetiva “o desenvolvimento e consolidação da comunidade química brasileira, a divulgação da Química e de suas importantes relações, aplicações e consequências para o desenvolvimento do país e para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos”³⁸. Além disso, destacamos a facilidade para a identificação e localização dos documentos publicados nesses veículos de divulgação, em função da *PubliSBQ*, um portal específico que inclui um mecanismo de indexação e busca das publicações da SBQ.

Zuin e Marques (2015) comentam que, no Brasil, as produções voltadas à QV e suas implicações para a Sustentabilidade, a SA, o DS e o ensino da QV têm crescido de maneira significativa, as quais destacam que um dos principais espaços de divulgação tem sido, propriamente, a SBQ, através de sua Reunião Anual e suas quatro revistas científicas. Neste sentido, é preciso levar em conta que essa produção tem o papel de comunicação científica e formação científica, resultante da circulação de conhecimentos, especialmente entre os pares (de químicos e educadores químicos), presentes, justamente, nesses periódicos e anais.

Na Tabela 7 e no Gráfico 4 consta a distribuição/publicação dos trabalhos de pesquisa e/ou relatos de experiências envolvendo a QV, ao longo dos anos, em cada um dos veículos pesquisados, por nós identificados.

³⁷ Essa opção não significa que desconsideramos ou que não reconhecemos o papel da Associação Brasileira de Química (ABQ) na divulgação, promoção de discussões e ações estratégicas para a difusão da Química no âmbito nacional e internacional.

³⁸ Essa definição foi extraída do próprio sítio eletrônico da Sociedade Brasileira de Química, e encontra-se disponível em: www.sbq.org.br. Acesso em: 13 fev. 2015.

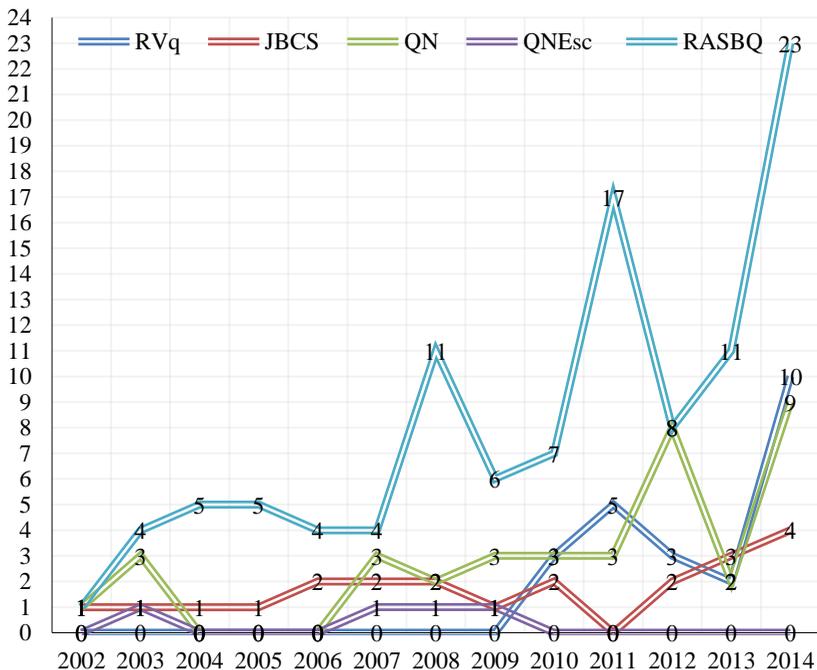
Tabela 7: Número de publicações QV anuais nos veículos da SBQ

ANO	RVq	JBCS	QN	QNEsc	RASBQ
2002	---	01	01	---	01
2003	---	01	03	01	04
2004	---	01	---	---	05
2005	---	01	02	---	05
2006	---	02	---	---	04
2007	---	02	03	01	04
2008	---	02	02	01	11
2009	---	01	03	01	06
2010	03	02	03	---	07
2011	05	---	03	---	17
2012	03	02	08	---	08
2013	02	03	02	---	11
2014	10	04	09	---	23*
TOTAL	23	22	38	04	106

Nota: *Revista Virtual da Química (RVq)*, *Journal of the Brazilian Chemical Society (JBCS)*, *Química Nova (QN)*, *Química Nova na Escola (QNEsc)*, e a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ). *Esta foi a primeira reunião que contou com uma seção exclusiva para trabalhos sobre QV, embora nem todos tenham empregado o termo de busca no título e/ou palavras-chave.³⁹

Para a sua melhor visualização, esses dados seguem dispostos na forma de um gráfico.

³⁹ Sobre os trabalhos apresentados na seção Química Verde, da 37^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, conferir: DIAS, E. D. S.; MARQUES, C. A. Produções científicas sobre Química Verde e seu ensino nas RASBQ. In: *Anais... XVII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química*, 2014. v. 1, p. 3505.

Gráfico 4: Distribuição anual de publicações QV na SBQ (2002-2014)

Percebe-se que as publicações em Química Verde, ao longo do tempo, têm crescido significativamente, principalmente nas RASBQ, muito embora os periódicos QN e RVq demonstrem evolução no número de publicações, principalmente a partir da primeira década do século XXI. Em 2002, o JBCS e a QN já haviam publicado artigos que continham os termos Química Verde e/ou *Green Chemistry*, além uma pesquisa apresentada na RASBQ.

A partir da leitura de todos esses trabalhos, foi possível realizar uma classificação de acordo com o foco de cada um deles. Na Tabela 8, apresenta-se uma síntese das produções de pesquisadores brasileiros nessas revistas e nas RASBQ, entre 2002 e 2014 (primeiro semestre), caracterizadas como publicações *em* e *sobre* Química Verde.

Tabela 8: Síntese da distribuição das produções autodenominadas QV na SBQ, entre 2002 e 2014, segundo o veículo de divulgação e foco

Veículo de divulgação	Nº de produções	FOCO											
		Conteúdos disciplinares										Currículo (Formação e ensino)	
		ORG	INO	CAT	ANA	AMB	INTEGRADORA	INTRODUTÓRIA	DISC .EXP	FIS	QMT	PROFESSOR	QUÍMICO
RVq	23	17	-	04	-	-	-	-	-	01	-	01	-
JBCS	22	10	-	07	04	-	-	-	-	01	-	-	-
QN	38	10	01	05	08	01	-	-	-	-	-	03	10
QNEsc	04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	03	01
RASBQ	106	50	01	16	17	02	03	03	01	01	01	-	11
Total	193	87	02	32	29	03	03	03	01	03	01	07	22

Nota: AMB (Química Ambiental); ANA (Química Analítica); CAT (Catálise); FIS (Físico-Química); QMT (Química dos Materiais); INO (Química Inorgânica); ORG (Química Orgânica). Vale destacar que esses dados já foram publicados por Zuin e Marques (2014, 2015) em capítulos de livros (um inglês e em alemão), e aqui no Brasil, em um artigo na *Revista Brasileira de Ensino de Química* (ReBEQ) (ZUIN *et al.*, 2015) e uma comunicação oral no XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (ROLOFF; DIAS; MARQUES, 2016).

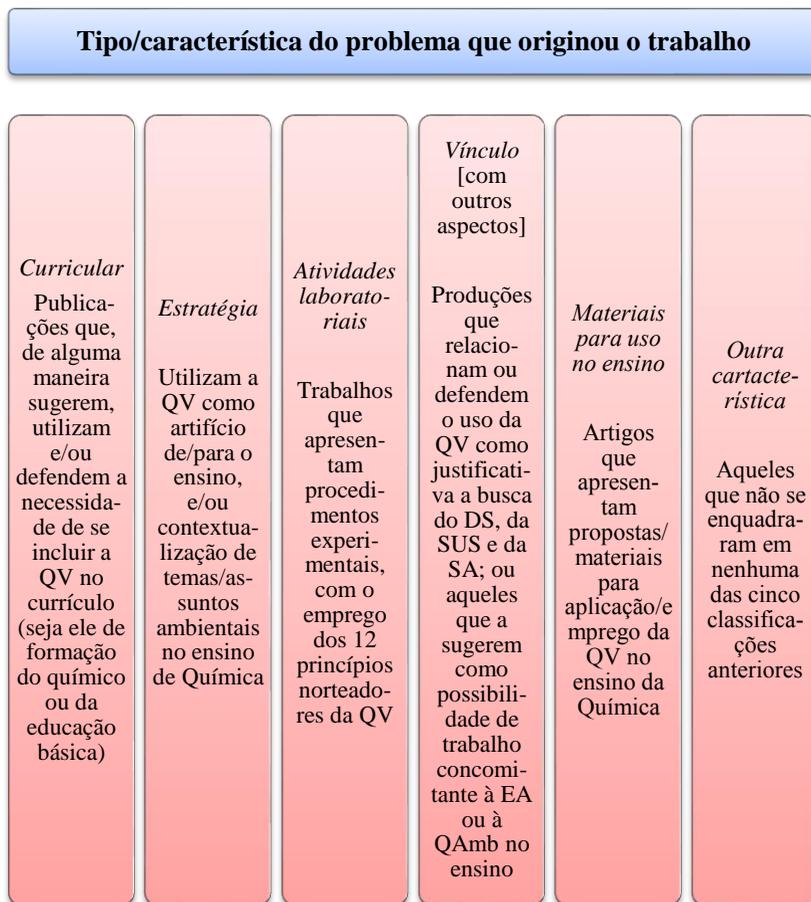
Observa-se que o número de produções dirigidas à formação dos químicos (bacharéis e licenciados) e ao ensino da QV (coluna currículo) é relativamente pequeno, correspondendo a aproximadamente 15% quando comparado ao total de produções. Merece igualmente destaque a quantidade significativa de produções nas RASBQ (cerca de 55%), que tem como marca se constituir como um espaço de divulgação para os jovens em iniciação científica, embora haja a apresentação de estudos mais consolidados sobre a temática, produzidos por diferentes pesquisadores convidados a divulgá-los. Por fim, o grande número de produções em QV na área da Química Orgânica, Química Analítica e Catálise (aproximadamente 77%), algo que não se diferencia do que tem

sido evidenciado na literatura internacional (CORREA *et al.*, 2013; MARQUES *et al.*, 2013).

Debruçamo-nos sobre aqueles trabalhos elencados na Tabela 8, classificados como de natureza curricular, voltados à formação do químico e dos professores de Química, e que totalizam 29 publicações. Vale destacar que os estudos publicados nas RASBQ oferecem certa dificuldade de análise, uma vez que dispõem apenas dos resumos.

Um importante aspecto que surgiu da análise foi a identificação do tipo ou característica do problema que deu origem a cada trabalho — nossa primeira categoria, expressa no Quadro 1 (Cap. 1.). Essa identificação, recordamos, foi efetuada a partir da leitura dos textos, na íntegra. Na Figura 5, descrevemos, sinteticamente, os aspectos de conteúdo para cada uma das seis subcategorias que constituem essa categoria, a saber: “*Curricular*”, “*Estratégias*”, “*Atividades laboratoriais*”, “*Vínculo com outros aspectos*”, “*Materiais para uso no ensino*” e “*Outra característica*”.

Figura 5: Síntese explicativa da categoria 1



Fonte: Da autora. Esta categoria foi elaborada a partir do Quadro 1 (Cap. 1).

Aqui, os trabalhos que trazem exemplos (retirados da literatura) para aplicações dos princípios da QV foram classificados como de *estratégia* para o trabalho com a QV, enquanto que as publicações que empregam algum do(s) doze princípios da Química Verde, mas que trazem sínteses, experimentos e/ou análises realizadas por seus próprios autores, foram categorizadas como *atividades laboratoriais*.

Assim, nos Quadros 6 e 7 apresenta-se a distribuição dos trabalhos analisados, realizada segundo as subcategorias apresentadas na Figura 5.

Quadro 6: A circulação (intra-coletiva) de ideias nos trabalhos voltados à formação dos químicos*

(continua)

Círculo Esotérico - Formação do Químico
“Green Chemistry” – Os 12 Princípios da Química Verde e Sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa, QN , 26 (1), 123-129, 2003. <i>Estratégia</i>
Desenvolvimento Sustentável e Química Verde QN , 28 (1), 103-110, 2005. <i>Estratégia</i>
Recursos Humanos Para Novos Cenários, QN , 32 (3), 567-570, 2009. <i>Curricular</i>
Uma Métrica Gráfica para Avaliação Holística da Verdura de Reações Laboratoriais – “Estrela Verde”, QN , 33 (3), 759-764, 2010. <i>Materiais para uso no ensino</i>
Da Gênese ao Ensino da Química Verde, QN , 34 (3), 535-543, 2011. <i>Vínculo com:</i> Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade
Vinte Anos de Química Verde: Conquistas e Desafios, QN , 34 (6), 1089-1093, 2011. <i>Vínculo com:</i> Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade
Dos Primeiros aos Segundos Doze Princípios da Química Verde, QN , 35 (6), 1250-1259, 2012. <i>Materiais para uso no ensino</i>
Novas Métricas Holísticas para Avaliação da Verdura de Reações de Síntese em Laboratório, QN , 35 (9), 1879-1883, 2012. <i>Materiais para uso no ensino</i>
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, QN , 36 (1), 190-194, 2013. <i>Atividade laboratorial</i>
Sustentabilidade Ambiental: Um Estudo com Pesquisadores Químicos no Brasil, QN , 36 (6), 914-920, 2013. <i>Vínculo com:</i> Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade Ambiental, Sustentabilidade
As representações sociais de Química Ambiental dos alunos iniciantes na graduação em Química, QNEsc , 31 (1), 46-54, 2009 <i>Vínculo com:</i> Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade, Educação Ambiental, Química Ambiental
Um Projeto de Divulgação da Química Verde no Brasil, 30ª RASBQ <i>Vínculo com:</i> Desenvolvimento Sustentável
Vegetais como Reagentes Químicos: Uma Proposta Experimental Baseada na Química Verde, 32ª RASBQ <i>Atividade laboratorial</i>

Quadro 6: A circulação (intra-coletiva) de ideias nos trabalhos voltados à formação dos químicos*

(conclusão)

<p>Perspectivas da disciplina Introdução à Química Verde e Química Sustentável, 32ª RASBQ Vínculo com: Sustentabilidade Ambiental, Química Sustentável</p>
<p>Mapeamento do Entendimento de Conceitos de Química Verde nos Estratos Acadêmicos da Universidade Federal do ABC, 34ª RASBQ Vínculo com: Sustentabilidade</p>
<p>A Química Verde inserida nos experimentos didáticos de química, 35ª RASBQ Vínculo com: Desenvolvimento Sustentável</p>
<p>Propostas de Química Experimental Baseadas na Química Verde, 35ª RASBQ Atividade laboratorial</p>
<p>Resolução enzimática empregando-se cenoura: uma proposta de experimento para disciplina de Química Orgânica Verde, 35ª RASBQ Atividade laboratorial</p>
<p>Análise da verdura química em atividades experimentais de disciplinas de graduação em Química da UFSC, 37ª RASBQ Materiais para uso no ensino</p>
<p>Atualização da Estrela Verde para o sistema GHS: reconstruindo uma métrica ambiental holística, 37ª RASBQ Materiais para uso no ensino</p>
<p>Construindo Bases Teóricas para uma Educação Química Verde, 37ª RASBQ Curricular</p>
<p>Contribuições do ensino da Biotecnologia para a Química na perspectiva da Química Verde, 37ª RASBQ Vínculo com: Biotecnologia</p>

*Elaborado a partir das categorias e subcategorias do Quadro 1.

Quadro 7: A circulação (inter-coletiva) de ideias nos trabalhos voltados à formação dos professores de Química*

(continua)

Círculo Exotérico - Formação do Professor de Química
<p>Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino, RVq, 6 (1), 73-84, 2014. Estratégia</p>
<p>Química Verde, os Desafios da Química do Novo Milênio, QN, 26 (5), 738-744, 2003. Curricular</p>
<p>Visões de Meio Ambiente e suas Implicações Pedagógicas no Ensino de Química na Escola Média., QN, 30 (8), 2043-2052, 2007. Vínculo com: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade Ambiental, Química Sustentável, Educação Ambiental</p>
<p>Questões Ambientais na Voz dos Formadores de Professores de Química em Disciplinas de Cunho Ambiental, QN, 37 (3), 549-555, 2014. Curricular</p>

Quadro 7: A circulação (intercoletiva) de ideias nos trabalhos voltados à formação dos professores de Química*

(conclusão)

<p>Química a Serviço da Humanidade, QNEsc, Caderno Temático 5, 3-6, 2001. Vínculo com: Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade Ambiental, Química Ambiental</p>
<p>A Chuva Ácida na Perspectiva de Tema Social: Um Estudo com Professores de Química, QNEsc, 25, 14-19, 2007. Vínculo com: Temas sociais, Problematização, Contextualização</p>
<p>O Conhecimento Químico e a Questão Ambiental na Formação Docente, QNEsc, 29, 30-33, 2008. Curricular</p>

*Elaborado a partir das categorias e subcategorias do Quadro 1.

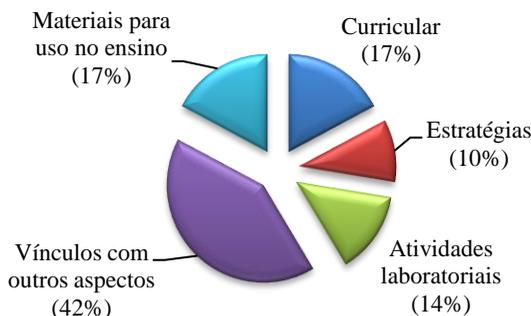
A nomenclatura dos quadros não foi aleatória, pois entendemos que os trabalhos envolvendo a QV e classificados como voltados à *Formação do Químico* fazem parte do círculo esotérico, enquanto os artigos dirigidos à *Formação de Professores* de Química compõem o círculo exotérico. Essa compreensão e “enquadramento” baseiam-se no tráfego de ideias nos círculos hierarquizados epistemologicamente, que ocorre entre os círculos esotérico e exotérico. Conforme já apresentamos, de acordo com Delizoicov (2004), a circulação intracoletiva ocorre no interior de um coletivo de pensamento a fim de formar pares, ao passo que a circulação intercoletiva consiste na disseminação e popularização dos estilos de pensamento que pode ocorrer no interior de um coletivo ou entre distintos coletivos de pensamento. Entendemos que, embora os trabalhos analisados sejam autodenominados como Química Verde, apenas uma parte deles trata explicitamente do ensino da QV. Uma intencionalidade, cujos temas e proposições são singulares, e talvez seja por isso que, para os efeitos de análise deste estudo — que é interpretar a reverberação das produções em QV no ensino e na formação de professores de Química —, sua característica e natureza se constituem como um segundo círculo, ou seja, um círculo exotérico.

É preciso considerar ainda que o tráfego de saberes e as práticas proporcionadas pela circulação intercoletiva, oriundas de ambos os círculos, influenciam-se mutuamente, podendo conduzir a transformações rumo à instauração de um novo estilo de pensamento dos sujeitos desses círculos em relação à Química Clássica. Cumpre notar também que a formação do professor de Química, nos cursos de licenciatura, ocorre com a atuação docente tanto nas áreas de conhecimentos específicos quanto nas de conhecimentos

pedagógicos/integradores. Logo, no caso da QV, ambos os círculos “contribuem” à formação do professor e ao ensino de química, ainda que de modo distinto.

A partir da análise das informações apresentadas nos Quadros 6 e 7, é possível perceber a predominância de propostas que vinculam a QV a *outros aspectos* e/ou perspectivas, a exemplo da Química Ambiental, da Educação Ambiental, do Desenvolvimento Sustentável e da Sustentabilidade. Quase metade das produções (42% da amostra) enquadraram-se nessa perspectiva (*Vínculo* com outros aspectos), como consta no gráfico abaixo.

Gráfico 5: Categorias circulantes em trabalhos SBQ, voltados à formação dos químicos e dos professores de Química (em porcentagem)

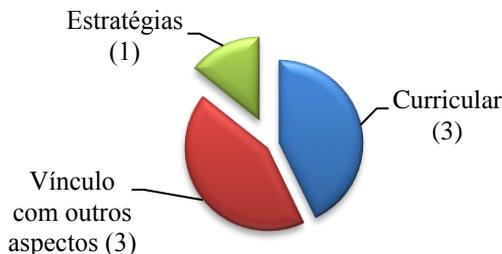


Fonte: Da autora

Essa análise é importante, visto que parte do pressuposto de que a produção do conhecimento ocorre a partir de bases teóricas e metodológicas, compartilhadas por coletivos de pesquisadores (FLECK, 2010), e que a circulação de ideias, proporcionada pela publicação dessas pesquisas (nos periódicos da SBQ e nas reuniões anuais), pode influenciar na maneira de se ensinar a QV na formação dos químicos, particularmente na formação de professores de Química. Nesta pesquisa, isso se traduz na procura e identificação das características do problema que originaram os trabalhos, expressas e associadas à justificativa ao uso/abordagem/aplicação da QV e utilizadas pelos autores dos trabalhos, pois assumimos a hipótese de que essas perspectivas também subsidiam/influenciam as pesquisas que originaram as teses e as dissertações aqui analisadas.

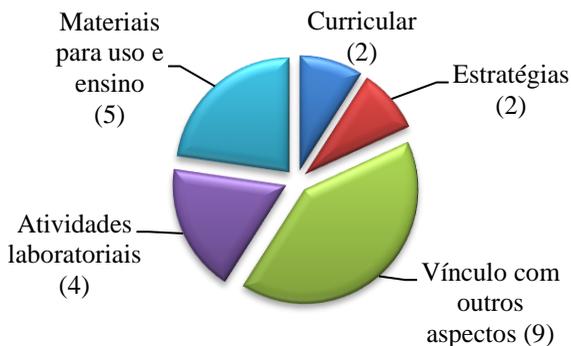
Para uma melhor visualização, expressamos graficamente a categorização apresentada nos quadros anteriores.

Gráfico 6: Circulação intercoletiva – número de trabalhos voltados à formação do professor



Fonte: Da autora

Gráfico 7: Circulação intracoletiva – número de trabalhos voltados à formação do químico



Fonte: Da autora

É perceptível que, no âmbito do círculo esotérico (voltado à formação do químico), há, além de um maior número de publicações, uma maior diferenciação nas características dos problemas expressos pelos pesquisadores QV, sendo o *Vínculo* com o DS, a SUS, a SA, a QAmb e a EA, a tipologia predominante entre esses trabalhos.

Outra peculiaridade, resultante da classificação inicial, é que as categorias *Atividades laboratoriais* e *Materiais para uso no ensino* (da QV) não se fazem presentes (pois não foram identificadas) nos trabalhos publicados pelos sujeitos que compõem o círculo exotérico.

De forma predominante, os trabalhos SBQ analisados utilizam como argumentação a importância da prática e do ensino da Química Verde, sustentando a necessidade de reformatar a Química para o enfrentamento dos problemas ambientais oriundos das atividades químicas, tendo como objetivo fundamental o alcance da Sustentabilidade e/ou do DS. Em função desse tipo de característica, os trabalhos exemplificados a seguir foram categorizados como “*Vínculo com outros aspectos*”.

Dentre eles, está o de Machado que, ao tratar da gênese do conceito de QV e problematizar a prática histórica da indústria química (fato que gera implicações não só à natureza da Química como ciência, mas também à sua reformatação para a QV), reconhece que a QV teve origem no “âmbito de uma mudança de paradigma de gestão das medidas para proteção ambiental desenvolvidas pela indústria, da postura reativa para a preventiva” (2011b, p. 541). Por essa razão, os químicos devem realizar uma perseguição sistemática de verdura química dos processos para desenvolverem a QV, essencial para o DS. Desta maneira, o ensino da QV:

deve hoje ser dirigido para o Desenvolvimento Sustentável, exigir uma visão ampla e holística da química, de natureza sistêmica, que possibilite a sua plena incorporação nos contextos ambiental, humano e societário em que a química sempre se desenvolveu e que são atualmente cada vez mais condicionantes da sua prática (MACHADO, 2011b, p. 541, grifo nosso).

Nessa mesma seara, Farias e Fávaro (2011) tratam da origem da QV e de pesquisas dentro da Química com seus preceitos, discutindo de que forma vêm influenciando no desenvolvimento de conhecimentos científicos. Comentam, a partir de um panorama geral de trabalhos publicados (em periódicos selecionados), que a QV tem se configurado em uma mudança de mentalidade da prática Química por meio de temáticas relacionadas à Química Verde. Percebem que as produções vêm aumentando muito e que os “progressos nessa área, portanto, podem ser o ponto chave nas conquistas de objetivos econômicos, como

também um valioso avanço em direção a um desenvolvimento mais sustentável” (2011, p. 1091).

No artigo de Cortes Junior, Corio e Fernandez (2009), cujos autores investigaram as representações sociais de QAmb de alunos do curso de licenciatura em Química e do bacharelado em Química Ambiental, a QV foi adotada para esclarecer o termo prevenção e as práticas e definições químicas que constituem uma forma de prevenção, distinguindo-se a Química **do** e **no** ambiente daquela desenvolvida **para** o ambiente. Essas perspectivas foram distinguidas e discutidas no Capítulo 2.

Através da análise dos trabalhos classificados como tendo vínculos com outras perspectivas e aspectos, resultou evidente, em alguns deles, a apresentação da QV como sinônimo do termo Química Sustentável, ou então, entendida como um meio de obtenção da Sustentabilidade. Outro fator que nos chamou a atenção e que, de alguma forma, já foi evidenciado na literatura, é que os termos sustentabilidade e sustentabilidade ambiental são tratados, muitas vezes, como sinônimos (MARQUES; MACHADO, 2015).

Com base nas premissas fleckianas, os trabalhos (como os apresentados) representam grupos de pesquisadores em QV que podem ser compreendidos como coletivos de pensamento que compartilham premissas epistemológicas, educacionais e metodológicas, que percebem a importância da abordagem e o trabalho com a filosofia da QV, utilizando outros aspectos/conceitos para justificar sua utilização.

Dos trabalhos, quatro deles (14% do total), também publicados pelos sujeitos constituintes do círculo esotérico, apresentam e discutem outra subcategoria, as “*atividades laboratoriais*”, associadas aos princípios da QV. Grande parte deriva de exemplos apresentados nas RASBQ, como a proposta de Bispo e colaboradores (2012), que descrevem um experimento utilizando a cenoura como fonte renovável de matéria-prima, o qual, segundo eles, “contempla perspectivas científicas e ambientais, através da abordagem de conceitos de Química Verde, cromatografia e estereoquímica” (2012, p. 1). Sampaio e colaboradores (2009) também apresentam um experimento em que a acetofenona foi reduzida por enzimas presentes na cenoura, pimentão verde e macaxeira, sendo visto como uma alternativa ao método convencional que utiliza agentes redutores extremamente tóxicos. Os autores argumentam que esse é:

um experimento viável, podendo ser aplicado em aulas práticas de química orgânica, sendo uma

ferramenta pedagógica capaz de aplicar conceitos de química verde na intenção de formar profissionais aptos a compreender os novos conceitos científicos responsáveis pela sustentabilidade do planeta (SAMPAIO *et al.*, 2009, p.1).

Ainda que justifiquem o uso da QV para o alcance do DS e da Sustentabilidade, essas propostas tratam de experimentos em Química Orgânica, apontando para a racionalidade instrumental.

Cunha e colaboradores (2013) reconhecem que o ensino experimental da QV tem assumido maiores proporções. Para tanto, apresentam uma síntese de um heterociclo polifuncionalizado e sua reação de hidrólise, utilizando os princípios da QV. A execução do experimento proporciona discussões de métodos de síntese mais modernos, como aqueles baseados na QV, os quais, segundo os autores, são importantes para a formação contemporânea dos profissionais de química.

Embora esses artigos falem em experimentação — dada a natureza da própria QV —, poucos se voltaram a relatar experiências práticas em QV, e mesmo que tenham citado exemplos, reduziram-na a uma visão mais tecnicista.

As demais tipologias ou subcategorias, *currículo*, *estratégia* e *material para uso no ensino*, tiveram muito poucos trabalhos categorizados em cada uma. Na subcategoria “*currículo*”, destacamos a pesquisa de Leal e Marques (2008) que, embora também argumentem a favor da QV como justificativa para o DS e a Sustentabilidade, discutem a inserção da QV no currículo. Os autores analisaram currículos de cursos de licenciatura em Química, investigando o enfoque dado aos problemas ambientais e buscando indícios de abordagem QV nas disciplinas dos cursos. Como resultado, salientam que nenhum trazia conteúdos relacionados à QV, embora alguns defendessem a necessidade da abordagem da QV na formação e no ensino da Química (LEAL; MARQUES, 2008). Essa argumentação também está presente no artigo publicado por Prado (2003), que discute a importância da QV como um novo conhecimento científico a ser inserido nos currículos e na prática científica, além de sua aplicação em escala comercial e industrial.

Já Roloff e Marques (2014) analisaram currículos de cursos de licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do país, entrevistando professores responsáveis por disciplinas de cunho ambiental. Em seu

artigo, destacam que a abordagem de questões ambientais nas disciplinas investigadas se dá por meio das perspectivas da EA, da QAmb e do enfoque CTS, sendo que, em alguns casos, isso ocorria concomitantemente à QV.

Dentre as propostas que apresentam a QV como “*estratégia*” de ensino e/ou de alcance ao Desenvolvimento Sustentável, ressaltamos o artigo de Zandonai e colaboradores (2014), que apresentam uma experiência voltada à educação em QV, dirigida à formação docente, a partir de uma proposta epistemológica mais atual e em consonância com as recentes pesquisas da área da educação e do ensino de ciências, especialmente no que tange à experimentação. Os autores reconhecem que “os cursos de graduação em Química do país, bacharelado e licenciatura plenas, devem ser praticados de forma a fazer com que os estudantes desenvolvam uma visão integrada da Química, em que os princípios da QV estejam inseridos de maneira transversal no currículo” (2014, p. 75-76). E embora reconheçam também a inserção da QV no currículo, buscam compreender quais os alcances e os limites que uma estratégia centrada na experimentação, e baseada na QV, exerce na formação inicial docente. Já Da Silva, Lacerda e Jones Jr (2005) discutem a inserção da QV em cursos de graduação, apresentando os princípios norteadores da QV, dando exemplos e fazendo apontamentos positivos sobre seu uso, defendendo-a como uma estratégia para o DS.

Por fim, para propostas subcategorizadas como “*materiais para uso no ensino*”, apresentamos, como exemplo, o caso da métrica Estrela Verde, demonstrada por Ribeiro, Costa e Machado (2010). Em seu artigo, apresentam um instrumento de avaliação para o cálculo da verdura química de reações, trazendo discussões sobre métricas de QV, especificamente de massa. Apontando a importância da inclusão da QV no ensino, a EV é uma métrica que descreve quantitativa e qualitativamente, através de uma representação gráfica, todos os princípios da QV simultaneamente em uma atividade experimental. Neste sentido, tal proposição parece-nos assumir uma dimensão prática muito útil na verificação das características ambientais dos processos químicos, mas também pode ser um importante instrumento pedagógico ao ensino de Química em geral, particularmente em atividades experimentais.

É possível perceber que, além da QV mostrar-se uma importante vertente convergente nas preocupações ambientais da Química, alguns autores defendem-na como um aporte em processos de ensino.

A análise permitiu apresentar e argumentar que, ao longo do período investigado, diferentes características balizaram a produção acadêmica em QV. Percebe-se que essas publicações estão contribuindo de diferentes formas e intensidade com a circulação inter e intracoletiva de ideias acerca da QV e sua inserção nos currículos de formação dos químicos e dos professores de química, pois ressaltam a importância de se discutir aspectos no ensino de Química. A circulação de ideias, proporcionada pelas propostas selecionadas, pode favorecer no processo de formação dos professores, influenciando a atuação docente em sala de aula. Afinal, é possível considerar que os leitores dessas produções podem constituir distintos coletivos de pensamento, influenciados por diferentes estilos de pensamento, enquanto que a leitura das publicações pode auxiliar na instauração, extensão e até na transformação de seus EPs.

Essa constatação, segundo Fleck (2010), está relacionada à circulação de ideias no âmbito intracoletivo de pensamento, “o que significa que pesquisadores de áreas afins estabelecem comunicação, resultando desta a ‘importação’ de novos conhecimentos e práticas que vão influenciar o modo de ver, de pensar e de agir em determinado campo do conhecimento” (SLONGO; DELIZOICOV, 2010, p. 281).

Com as discussões apresentadas ao longo deste capítulo, buscamos entender **“De que maneira a circulação de ideias em publicações autodenominadas QV — particularmente no Brasil — pode estar influenciando a elaboração de propostas sobre seu ensino?”** Esse questionamento está diretamente associado a um de nossos objetivos específicos, que busca *identificar e discutir em que medida a circulação de ideias envolvendo a QV pode estar influenciando a elaboração de propostas voltadas ao seu ensino.*

Fazendo uma relação entre essa influência e pensando na circulação de ideias (resultados de pesquisa, experiências de ensino e textos para a disseminação da QV), entendemos que isso possa estar ocorrendo por meio do/no próprio processo de produção de conhecimento, resultante da interação entre os autores de T&D com outras produções da comunidade científica, em particular, dos autodenominados químicos verdes. Neste sentido, destacamos algumas características importantes extraídas dos trabalhos publicados no âmbito da Sociedade Brasileira de Química (SBQ).

Das 29 publicações analisadas, 5 delas têm origem em dissertações que fazem parte do *corpus* de investigação desta tese (COELHO; MARQUES, 2007; LEAL; MARQUES, 2008; CORTES JUNIOR; CORIO; FERNANDEZ, 2009; ROLOFF, MARQUES, 2014;

ZANDONAI *et al.*, 2014). Essas pesquisas resultaram em 3 artigos, um deles publicado na QNEsc, os outros dois na QN e na RVq, respectivamente. Outros 12 trabalhos trazem como autor ou coautor um pesquisador que orientou, pelo menos, uma das teses e/ou dissertações analisadas neste trabalho (destacamos C. A. Marques, com seis publicações; J. B. de Andrade, com duas publicações; F. M. da Silva e J. Jones Jr., com um artigo; E. J. Lenardão, R. C. Bazito e A. G. S. Gustavo Soares do Prado, com uma publicação cada). Outras 4 publicações (todas do periódico *Química Nova*) são de autoria (ou coautoria) de um dos principais referenciais teóricos utilizados nesta tese quanto à Química Verde, o professor português Adélio Machado.

Percebemos também que, em trabalhos apresentados na RASBQ (na 32^a, 34^a e 35^a edições), além de uma publicação de 2013, na QN, há colaboração de autoria, ou seja, trabalhos distintos, produzidos pelas mesmas pessoas.

Essas observações corroboram com aspectos sinalizados ao longo deste estudo, pois a divulgação, o papel da comunicação e a formação científica resultantes de publicações, promovem a circulação dos conhecimentos que, além de contribuírem na formação/instauração de um novo estilo de pensar e desenvolver a Química com cuidados com o ambiente (portanto, na perspectiva da QV), reforçam a conformação da comunidade epistêmica QV (EPICOCO; OLTRA; JEAN, 2014).

Neste capítulo nos dedicamos, basicamente, em apresentar argumentos a favor da inserção da dimensão ambiental no ensino da Química. Para isso, nos baseamos nas orientações de alguns dos principais documentos norteadores educacionais do país, tanto da educação básica quanto do ensino superior, além daqueles exclusivos da pós-graduação. Para além das contribuições da Química Verde, também enfatizamos as contribuições das perspectivas da Educação Ambiental e da Química Ambiental na abordagem das questões ambientais no ensino da Química. Defendemos a sinergia positiva desses campos de conhecimento como elementos formadores da cultura de cuidados ambientais no seio da Química.

Particularmente, a partir da análise de publicações dos canais de divulgação da Sociedade Brasileira de Química, identificamos e discutimos as características dos trabalhos para o uso/emprego da QV.

A análise dos conteúdos das produções investigadas, de seus problemas de pesquisa, dos referenciais teóricos utilizados e dos procedimentos metodológicos adotados, auxilia na compreensão da aplicação da QV, favorecendo a constituição de um olhar crítico sobre

seu ensino, com reflexos na formação dos químicos e dos professores de Química. Sinalizou também que, nesses coletivos, encontra-se uma reflexão de cunho educacional — com destaque positivo para a ocorrência dessa reflexão dentro do coletivo de especialistas em QV. Isso nos permite, em certa medida, caracterizar a existência do que Fleck (2010) denominou de transformação de um estilo de pensamento, com a evolução no modo hegemônico de se produzir e ensinar a Química em direção à Química Verde. Ou seja, há sinais de evolução no modo de pensar e fazer a Química, expressa pelo interesse, proposições e experiências relativas aos cuidados com o ambiente, cujo grau ou nível ainda precisa ser melhor compreendido.

As discussões apresentadas neste capítulo buscaram ainda orientar as análises das T&D, constituintes do universo desta investigação, ou seja, a circulação de ideias aqui identificada será comparada aos resultados obtidos na análise T&D e apresentada no capítulo seguinte.

CAPÍTULO 4

COLETIVOS PRODUZINDO SOBRE QUÍMICA VERDE E SEU ENSINO: IMPLICAÇÕES À FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Para enfrentar os desafios emergentes, torna-se necessária a união de ciência e educação, condição fundamental para a transformação radical da educação científica, do ensino fundamental à pós-graduação. A convergência de disciplinas científicas e de campos de pesquisa, historicamente separados, não poderá ocorrer sem a emergência de novos profissionais e cientistas que reconheçam quão multifacetados e profundos são os desafios científicos e tecnológicos e quão inteligente será o esforço necessário para integrá-los. Para isso, será necessária a construção de novos currículos, novas estruturas educacionais e novos caminhos que busquem a coerência intelectual. 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 (PINTO et al., 2009, p. 568).

Ao longo deste capítulo abordaremos as informações obtidas a partir da leitura das T&D constituintes do *corpus* de investigação da tese. É preciso lembrar que todos os trabalhos foram classificados de acordo com as categorias e subcategorias definidas *a priori*, apresentadas anteriormente no Quadro 1 (Capítulo 1).

No capítulo anterior, ao analisarmos conhecimentos e práticas da/sobre QV nas produções circulantes na literatura, particularmente no âmbito da Sociedade Brasileira de Química (SBQ) — lembrando que as T&D podem circular na forma de artigos científicos nos veículos de divulgação da SBQ —, percebemos a existência de dois distintos círculos de pensamento, que serão problematizados neste capítulo, ao

lado das produções na forma de T&D. Com isso, objetivamos compreender melhor se esses círculos permanecem ou se novos e distintos círculos se formam, à medida que especialidades podem se expressar sobre o ensino da QV e a formação de professores de Química.

Assim, por meio da análise documental⁴⁰ — leitura integral das T&D — buscamos selecionar informações que indiquem quais conhecimentos e práticas os autores dos trabalhos produzem, definem, delimitam e defendem com/pelo emprego/uso da Química Verde. E, a partir disso, discutir em que medida a circulação desses conhecimentos e práticas reverberam e podem contribuir ao ensino e à formação de professores de Química na perspectiva da QV.

Para tanto, mergulhamos no *corpus* a ser analisado, buscando identificar, selecionar e interpretar fragmentos de interesse, processo este que contou com o auxílio dos pressupostos da Análise de Conteúdo (BARDIN, 1977), estabelecendo relações com algumas categorias analíticas da teoria do conhecimento de Fleck (2010).

A análise de conteúdo é uma das técnicas utilizadas para tratamento de dados em pesquisas qualitativas. De acordo com Bardin, o termo análise de conteúdo designa:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

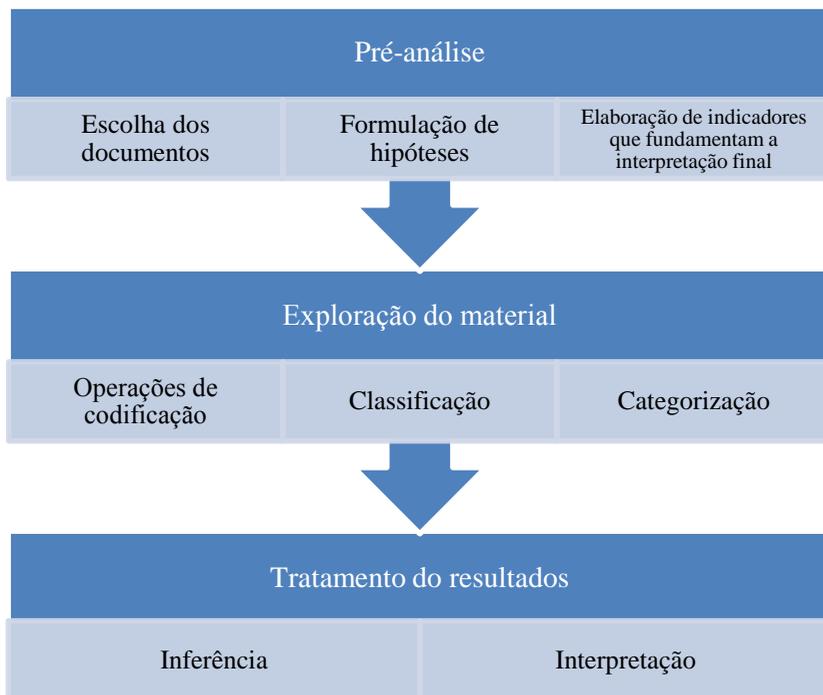
Essa abordagem nos possibilita classificar o conteúdo em grupos de elementos sob um determinado título genérico que, segundo Moraes (1999), conduz a descrições sistemáticas qualitativas ou quantitativas que ajudam a reinterpretar mensagens e atingir uma compreensão de significados em um nível que vai além de uma leitura comum,

⁴⁰ De acordo com Lüdke e André (1986), a análise documental “pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos, seja complementando as informações obtidas por outras técnicas, seja desvelando aspectos novos de um tema ou problema” (p. 38).

constituindo-se, assim, em uma abordagem metodológica com características e possibilidades próprias.

Bardin (1977) indica que a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais, conforme o esquema apresentado na Figura 6: a pré-análise, a exploração do material, o tratamento dos resultados.

Figura 6: Fases do processo de Análise de Conteúdo



Fonte: Adaptado de Bardin (1977).

Nesta investigação, a primeira fase (*pré-análise*) consistiu na etapa de organização do material, realizada através da identificação, seleção e localização das T&D. Nesse mesmo momento foram formulados os objetivos da análise, mediante a elaboração de indicadores que fundamentassem a interpretação final (BARDIN, 1977). Na segunda fase (exploração do material), ocorreu a análise propriamente dita. Foi longa e trabalhosa, uma vez que as T&D foram lidas na íntegra e os fragmentos de interesse extraídos, identificados e

codificados. A partir disso, iniciou-se o processo de categorização. Para Bardin, a categorização “é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos” (1977, p. 117). Cabe salientar que a autora argumenta que as categorias podem ser definidas *a priori* (quando sugeridas pelo referencial teórico) ou *a posteriori* (se elaboradas após a análise do material). Nesta pesquisa, a classificação realizou-se por meio de categorias definidas previamente. Já na terceira e última fase, Bardin comenta que o pesquisador “pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas” (1977, p. 101).

A seguir, apresentam-se os resultados e a discussão acerca desse processo de análise.

4.1 O CENÁRIO GERAL: DAS CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS DE ANÁLISE AOS NÚMEROS INICIAIS

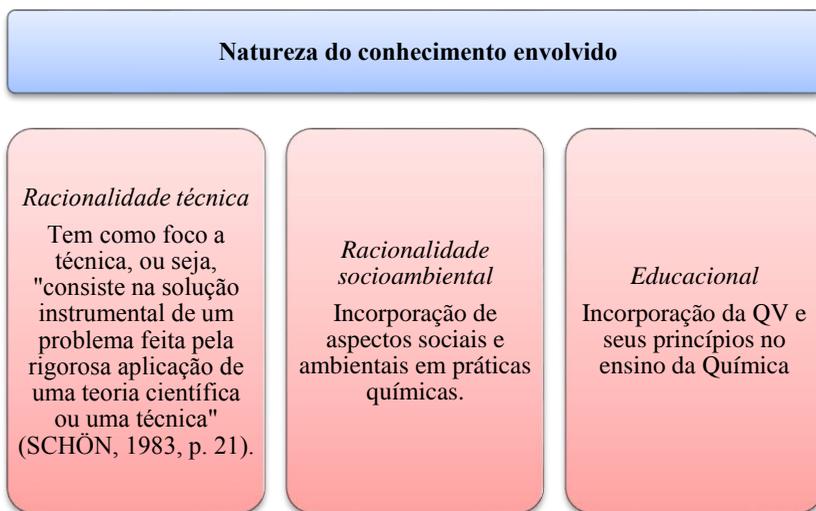
A partir do levantamento quantitativo das T&D, explicitaremos o panorama geral e a categorização dos documentos analisados, que será feito através de tabelas e gráficos. Entendemos que todas as produções analisadas podem contribuir com a aplicação dos preceitos da Química Verde no seio de toda a Química. Contudo, esta investigação se debruça especialmente sobre aqueles documentos que, de alguma maneira, expressaram, de forma explícita, algo sobre o ensino da Química Verde. Portanto, descrevemos e interpretamos qualitativamente — através de interlocuções teóricas realizadas ao longo do texto — o conjunto dos trabalhos que trata dessa dimensão. Acreditamos ainda que essas T&D podem reverberar na formação e atuação de professores de Química, além de contribuir com a inserção, discussão e articulação da problemática ambiental no ensino de Química. E esses pressupostos são importantes nesta análise e no “enquadramento” relativo aos tipos de círculos que se formam, eventualmente, no processo de circulação dos conhecimentos e práticas produzidos e socializados nas T&D sob análise.

Fundamentalmente, as categorias *a priori* e suas correspondentes subcategorias (Quadro 1) podem auxiliar a levantar, agrupar e problematizar o caráter propositivo de formulações nas T&D dirigidas à abordagem da QV, contribuindo na elaboração de propostas de conteúdos de ensino e/ou de natureza didático-metodológicas.

Nas Figuras 7 a 10 a seguir, de maneira muito breve e sintética, abordamos as demais categorias expressas no Quadro 1 (considerando que a primeira categoria já foi descrita e discutida no capítulo 3).

A segunda categoria, “Natureza do Conhecimento Envolvido”, é constituída pelas subcategorias “*Racionalidade técnica*”, “*Racionalidade socioambiental*” e “*Educacional*”, e está associada e **contém os** entendimentos expressos pelos autores sobre a origem, a produção, a aplicação e/ou a proposição de saberes e práticas em QV.

Figura 7: Síntese explicativa da categoria 2

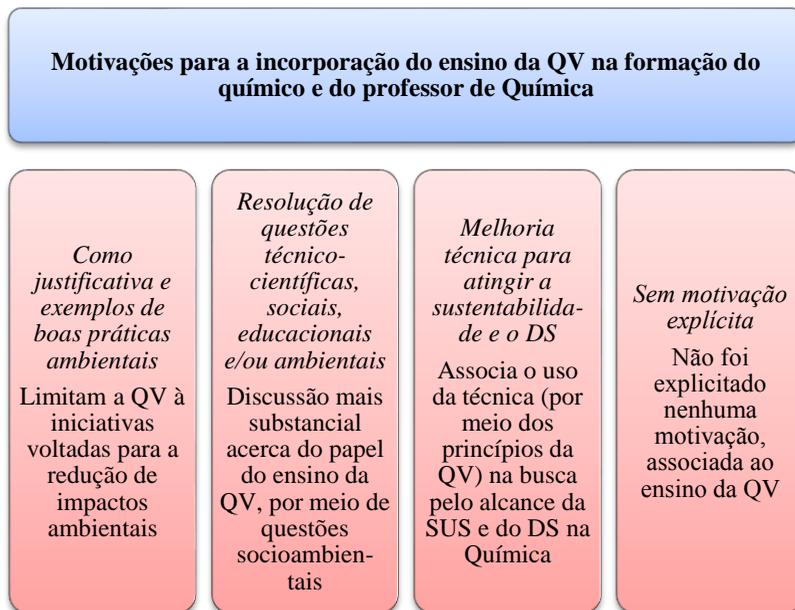


Fonte: Da autora. Esta categoria advém e foi elaborada a partir do Quadro 1 (Cap. 1).

Na terceira categoria, centrada nas “Motivações para a incorporação do ensino da Química Verde na formação do químico e do professor de Química”, foram incluídos apenas aqueles trabalhos que, de alguma maneira, trouxeram algum indicativo explícito sobre a compreensão dos autores do *para que* ensinar QV. Ela é formada por quatro subcategorias, a saber: “*Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais*”, “*Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e/ou ambientais*”, “*Melhoria técnica para atingir a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável*” e “*Sem motivação explícita*”.

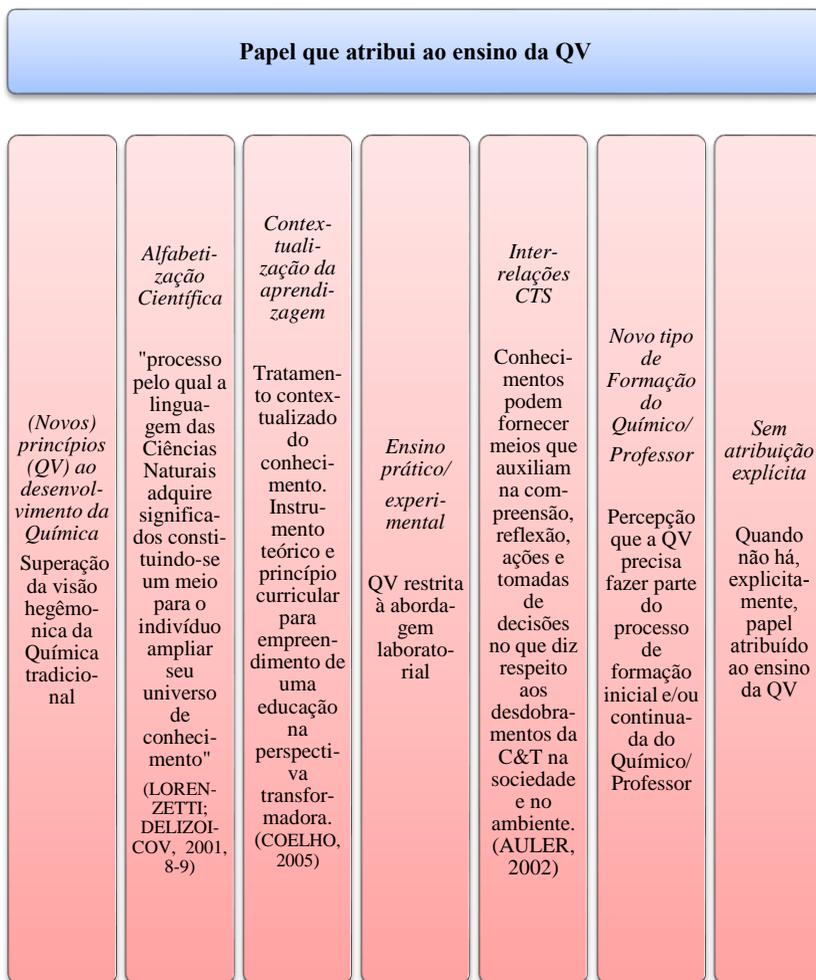
Figura 8: Síntese explicativa da categoria 3

Fonte: Da autora. Esta categoria advém e foi elaborada a partir do Quadro 1 (Cap. 1).



Composta por sete subcategorias: “(Novos) princípios QV ao desenvolvimento da Química”, “Alfabetização científica”, “Contextualização da aprendizagem”, “Ensino prático/experimental”, “Inter-relações CTS”, “Novo tipo de formação do químico/professor” e “Sem atribuição explícita”, na quarta categoria foram classificadas as produções que sinalizaram o “Papel que atribui ao ensino da Química Verde”. Aqui poderiam residir as possíveis *justificativas* utilizadas pelos autores, isto é, o *porquê* de ensinar QV.

Figura 9: Síntese explicativa da categoria 4



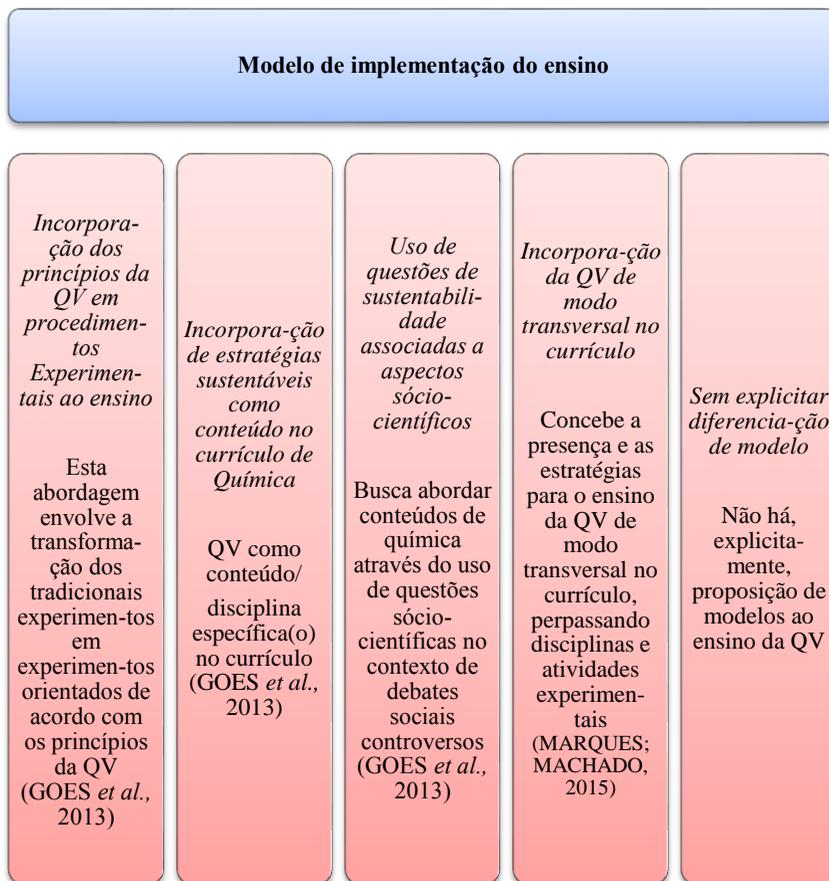
Fonte: Da autora. Esta categoria advém e foi elaborada a partir do Quadro 1 (Cap. 1).

A quinta categoria, denominada “Modelo de Implementação do ensino”, é formada pelas subcategorias “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” e “Sem explicitar diferenciação de modelo”. Os trabalhos foram categorizados conforme as possibilidades do uso/emprego da QV no ensino, isto é, segundo os critérios de *como ensinar/implementar a QV no ensino de Química*.

Figura 10: Síntese explicativa da categoria 5

Fonte: Da autora. Esta categoria advém e foi elaborada a partir do Quadro 1



(Cap. 1).

Com base nessas cinco categorias e nas correspondentes subcategorias, todas as 77 Dissertações e Teses (50D e 27T) foram lidas

na íntegra, permitindo sua categorização, conforme apresentado nas Tabelas 9 e 10, a seguir. Cabe recordar que esse corpo amostral de T&D inclui todos os trabalhos que tratavam, sinalizavam, citavam e/ou tinham como foco de pesquisa aspectos que envolvessem a QV e seu ensino, especialmente. Destaca-se que nessas tabelas se dará evidência aos trabalhos que mencionam, explicitamente, aspectos associados ao ensino da Química Verde.

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continua)

Meio	Título Ano	Aspectos Constitutivos*	Princípios QV	Área
D1	A Articulação do Conhecimento Químico com a Problemática Ambiental na Formação Inicial de Professores (2002)	1) Curricular 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação
D2	Síntese de Surfactantes Altamente Biodegradáveis pela Transesterificação de Ésteres de Ácidos Graxos com Sacarose (2005)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6 P7 P9	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D3	Emprego de Frutas Tropicais como Biocatalisadores em Reações de Hidrólise para a Produção de Álcoois Quirais (2005)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7 P9	Orgânica
D4	A Chuva Ácida na Perspectiva de Tema Social: um estudo com professores de Química em Criciúma (SC) (2005)	1) Vínculo com outros aspectos (Temas sociais, Problemática, Contextualização) 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos	P1	Educação Científica e Tecnológica
D5	Uso de Líquidos Iônicos como Solventes em Reações de Adição Nucleofílica de Alguns Compostos Nitrogenados a Grupos Carbonílicos (2005)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6 P9	Orgânica
D6	Estudo da Reação de Passerini em Solventes Alternativos (2006)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P2 P5	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D7	Sílicas Hexagonais Mesoporosas Modificadas com Aminas para a Adição Nitrometano em Ciclopentenona (2006)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Melhoria técnica para atingir a sustentabilidade e o DS 4) Ensino prático/experimental 5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos Experimentais ao ensino	P2 P6 P9	Inorgânica
D8	Reações Multicomponentes na Síntese de 1,4-Diidropiridinas via Metodologia de Hantzsch em Meio Aquoso: uma estratégia em Química Verde (2007)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais 4) Ensino prático/experimental 5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos Experimentais ao ensino	P2 P5	Orgânica
D9	Síntese e Caracterização de Derivados da Celulose Modificada com Anidridos Orgânicos - Adsorção e Termodinâmica de Interação com Cátions Metálicos (2007)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7	Inorgânica
D10	Síntese, Utilizando Metodologias Alternativas e Avaliação Citotóxica de Compostos Mesoiônicos da Classe 1,3,4-Tiadiazólio-2-Aminida (2008)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P6 P8	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D11	Caracterização de Crotilestananas por RMN e Estudo da Reação de Alquilação Redutiva de Nitrobenzeno. (2008)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5	Orgânica
D12	Adição de Tióis a Compostos Carbonílicos A,B – Insaturados utilizando KF/Alumina em Meio Livre de Solvente (2008)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6 P7 P9	Orgânica
D13	Desenvolvimento de Metodologia Alternativa Limpa para Análise de Nitrito (2008)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5	Analítica
D14	As Representações Sociais de "Química Ambiental": contribuições para a Formação de Bacharéis e Professores de Química (2008)	1) Vínculo com outros aspectos (DS, SUS, EA, QAmb) 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Ensino de Ciências

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D15	Síntese, Caracterização e Aplicação Adsorptiva de um novo Agente Sililante Imobilizado na Sílica Gel por Rotas Distintas (2009)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6	Orgânica
D16	Síntese de Benzimidazóis a partir da Condensação do Citronelal e outros Aldeídos com 1,2-Fenilenodiamino, utilizando SiO ₂ /ZnCl ₂ e em Meio Livre de Solvente (2009)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6 P7 P9	Orgânica
D17	Síntese de 5-Alquil(Aril)-3-Triclorometil-1,2,4-Oxadiazóis (2009)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6	Orgânica
D18	Desenvolvimento de Procedimento em Fluxo com Detecção Espectrofotométrica para Análise de Bromoprida em Medicamentos e/ou Fluido Biológico (2009)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5	Análítica
D19	Novas Metodologias em Química Verde para Reações de Barbier com Haletos Aromáticos e Selenilação de Compostos Carbonílicos. (2009)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P9	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D20	Um Método Verde e Sensível para Determinação de Fenóis em Amostras de Água utilizando Sistemas Aquosos Bifásicos (2009)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P3 P5 P7 P11 P12	Análítica
D21	Síntese Limpa de 2-(3,5-Diiril-4,5-Diidro-1h-Pirazol-1-Il)-4-Feniltiazóis Promovida por Ultrassom (2010)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6	Orgânica
D22	Reação de Baylis-Hillman acelerada por Líquido Iônico de Selenônio (2010)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P2 P5 P6 P9	Orgânica
D23	Oxidação Aeróbica de Olefinas Alil Aromáticas Catalisada por Paládio e do Álcool Benzílico Catalisada por Nanopartículas de Ouro (2010)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7 P9	Inorgânica
D24	Síntese Verde de N-Alquilcitronelilaminas e N-Alquilcitronelilaminas a partir do (R)-Citronelal - Aplicação na Síntese de um Juvenóide (2010)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5 P6 P7	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D25	Microfabricação de um Analisador em Fluxo-Batelada (Micro Flow-Batch) à Base de Polímero Fotocurável Uretano-Acrilato (2010)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1	Analítica
D26	Glicerol como Solvente Reciclável em Reações de Acoplamento entre Disselenetos de Diarila com Ácidos Arilborônicos (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7 P9	Orgânica
D27	Determinação de Elementos Traço em Solo por ICP-MS após Volatilização Empregando Combustão Iniciada por Micro-Ondas (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5 P6	Analítica
D28	Glicerol como Solvente Reciclável na Preparação de Selenetos Vinílicos (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7 P9	Orgânica
D29	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)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D30	Determinação de Na, K em Amostras Biológicas e Hg em Álcool Combustível por Espectrometria Atômica (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P6 P7	Analítica
D31	Desenvolvimento de Método Limpo para a Determinação de Uréia (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5	Analítica
D32	Questões Ambientais em Cursos de Licenciatura em Química: as Vozes do Currículo e Professores (2011)	1) Curricular 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação Científica e Tecnológica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D33	Abordagens de Temáticas Ambientais no Ensino de Química: um olhar sobre textos destinados ao professor da Escola Básica (2011)	1) Vínculo com outros aspectos (EA, CTS, Abordagem temática, Contextualização do ensino, QAmb) 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Inter-relações CTS 5) Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação Científica e Tecnológica
D34	Síntese de Fotocatalisadores por Método de Molten Salt e Termooxidação de Complexos de Ti e Nb para Aplicação em Fotocatálise Ambiental (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P6	Inorgânica
D35	Síntese de Sulfetos e Selenetos Graxos Quirais Derivados do Óleo de Mamona (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7 P9	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D36	Síntese e Caracterização de TiO ₂ Puro e Modificado para Aplicações Ambientais (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P3 P6 P9	Inorgânica
D37	Síntese de Tioéteres Alílicos a partir de Álcoois Alílicos de Tióis sem o Uso de Solvente e Catalisadores Sob Irradiação de Micro-Ondas (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P2 P3 P5 P6	Orgânica
D38	Sílica Gel Quimicamente Modificada com Epilcloridrina na Presença ou Ausência de Solvente - Estudo Termodinâmico da Interação Envolvendo o Cobre (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5	Inorgânica
D39	Emprego da Organocatálise como uma Ferramenta da Química Verde em Reações de Adição Conjugada: Estudos Visando a Síntese de Anéis Indólicos (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P2 P9	Orgânica
D40	Desenvolvimento de Métodos Analíticos Visando Atender aos Princípios da Química Verde na Análise de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Leite Bovino (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5	Análítica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos
(continuação)

D41	Novos Tensoativos Não-iônicos para CO ₂ – supercrítico: síntese e estudos de algumas propriedades (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo Experimentais	P5 P7	Físico-química
D42	Inserção da Química Verde em Atividades Experimentais de Graduação (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P10 P12	Ensino de Química
D43	Síntese e Caracterização de Diferentes Óxidos de Titânio por meio de Rotas Verdes (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P6	Inorgânica
D44	Design Teórico, Síntese Multicomponente e Comprovação Experimental da Atividade Antinociceptiva de Pirimidinonas em Camundongos, por vias Intraperitoneal e Oral (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P2 P5 P7 P9	Orgânica
D45	Determinação de Bromofenóis Simples em Peixes do Litoral da Bahia por Micro extração com Gota Única (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5 P6	Análítica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

D46	Construção e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem voltado à Educação em Ciências, Química Verde e Sustentabilidade Socioambiental (2013)	1) Estratégia 2) Educacional 3) Melhoria técnica para atingir a sustentabilidade e o DS 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação
D47	Desenvolvimento de uma Metodologia Analítica em Fluxo para Determinação Espectrofotométrica de Fluoreto em Águas Naturais pelo Método de SPADN (2013)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5	Análítica
D48	Sínteses e caracterizações de TiO ₂ puro, dopado e co-dopado pelo método sol-gel e suas atividades fotocatalíticas (2013)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P3 P6 P9	Ambiental
D49	Uso de Ácidos Orgânicos e Irradiação de Micro-ondas na Síntese de Xantenonas como Potencial Atividade Antirradicalar (2013)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P2 P5 P6 P7 P9	Orgânica

Tabela 9: Categorização das Dissertações, em seus aspectos constitutivos (conclusão)

D50	A Inserção da Química Verde no curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar: um estudo de caso (2013)	1) Estratégia 2) Educacional 3) Resolução de questões técnicas, sociais, educacionais ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/professor 5) Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos	P1 P2 P6 P9	Ensino de Química
-----	--	---	----------------------	-------------------

* Elaborada a partir das categorias e subcategorias do Quadro 1.

As subcategorias “*Sem motivação explícita*”, “*Sem atribuição explícita*” e “*Sem explicitar diferenciação de modelo*” foram utilizadas na classificação daqueles trabalhos que não fizeram menção ao ensino da Química Verde.

Tabela 10: Categorização das Teses, em seus aspectos constitutivos (continua)

Meio	Título Ano	Aspectos Constitutivos*	Princípios QV	Área
T1	Investigação da Tecnologia Eletroquímica para a Produção de Ozônio: aspectos fundamentais e Aplicados (2004)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6	Físico-química
T2	Síntese e Caracterização Estrutural de Novos Complexos de Nióbio a Partir do Óxido de Nióbio(V). (2005)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais 4) Ensino prático/experimental 5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos Experimentais ao ensino	P1 P2 P4 P5 P8	Inorgânica

Tabela 10: Categorização das Teses, em seus aspectos constitutivos

(continuação)				
T3	Obtenção de Ésteres Etilícos e Metilícos, por Reações de Transesterificação, a partir do Óleo da Palmeira Latino Americana Macaúba - Acrocomia Aculeata (2007)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 P8 P9 P10 P11 P12	Orgânica
T4	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)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1	Análítica
T5	Síntese, Caracterização e Aplicação de Novos Líquidos Iônicos Quirais (2007)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P2 P5	Orgânica
T6	Síntese e Aplicabilidade de Antioxidantes Derivados do Cardanol Hidrogenado (2008)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7	Inorgânica

Tabela 10: Categorização das Teses, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

T7	Solvatação por Solventes Puros e suas Misturas: Relevância para Química e Química Verde (2008)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5	Orgânica
T8	Construção e Avaliação de Microsistemas para Análise em Fluxo (2008)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1	Analítica
T9	Reações Orgânicas em Água: Adições de Michael e Formação de Pirróis Altamente Substituídos (2010)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais 4) Ensino prático/experimental 5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos Experimentais ao ensino	P5 P9	Orgânica
T10	Elaboração e Análise de uma Metodologia de Ensino Voltada para as Questões Socioambientais na Formação de Professores de Química (2010)	1) Estratégia 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação

Tabela 10: Categorização das Teses, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

T11	A inserção da dimensão ambiental na formação inicial de professoras/res de Química: estudo de caso (2010)	1) Curricular 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação
T12	Desenvolvimento de Nanomateriais Superparamagnéticos Funcionais para uma Química Sustentável (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5 P6 P7	Inorgânica
T13	Investigação de Metais, Metaloides, Halogênios e Isoflavonas em Amostras de Soja e Derivados (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5 P6 P7	Análítica
T14	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)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6	Orgânica

Tabela 10: Categorização das Teses, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

T15	Síntese de Compostos Indólicos Catalisada por Cloreto de Cério (III) (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P7 P9	Orgânica
T16	Novos Tensoativos Oxigenados para Fluidos Supercríticos (2011)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5	Físico-química
T17	Desenvolvimento de métodos quantitativos e de sistemas de screening para a determinação de glifosato (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P3 P5	Análítica
T18	Líquidos Iônicos N-Alquil-Piridínicos: Síntese e Sistemas Bifásicos em Reações de Sonogashira (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P3 P5 P9	Orgânica
T19	Emprego de Oxigênio e Peróxido de Hidrogênio como Auxiliares na Decomposição de Amostras Biológicas por Via Úmida Assistida por Radiação Micro-Ondas (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5 P6	Análítica
T20	LIBS e Nanopartículas Fluorescentes: novas estratégias para determinação de íons de Cu(II) em águas (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P7	Análítica

Tabela 10: Categorização das Teses, em seus aspectos constitutivos

(continuação)

T21	Novos Sistemas de Acoplamentos Cruzados em Fase Homogênea e Heterogênea para a Síntese de Produtos de Química Fina (2012)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P2 P5 P7 P9	Catálise
T22	Enzimas em Biocatálise (Esterificação de aminas, adição de Michael, clonagem e expressão de álcool desidrogenase) (2013)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6 P9	Orgânica
T23	Avaliação Rápida, Direta e Sem Geração de Resíduos de Amostras da Vida Cotidiana por Fluorescência de Raios X por Dispersão em Energia (2013)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5	Análítica
T24	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)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P5 P6 P7	Análítica
T25	Técnicas Espectroanalíticas aliadas à Química Verde Visando à Determinação de V e Mo com Procedimentos de Extração e Pré-concentração (2014)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P5 P6	Análítica

Tabela 10: Categorização das Teses, em seus aspectos constitutivos

				(conclusão)
T26	Síntese de derivados de chalconas e de 2-quinolinonas visando a busca por inibidores das enzimas cruzafina e da família BET <i>bromodomain</i> (2014)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo	P1 P2 P5 P6 P8 P9	Orgânica
T27	Desenvolvimento de Processos Químicos seguindo os Princípios Adotados pela Química Verde: Redução e Conversão de CO ₂ usando Compostos de Mn(I) (2014)	1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Sem motivação explícita 4) Sem atribuição explícita 5) Sem explicitar diferenciação de modelo Experimentais	P5 P6 P9	Inorgânica

* Elaborada a partir das categorias e subcategorias do Quadro 1.

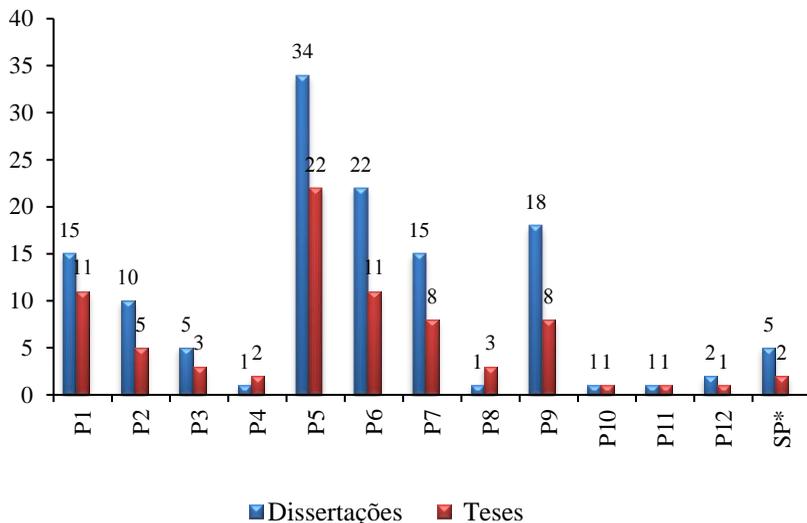
As subcategorias “*Sem motivação explícita*”, “*Sem atribuição explícita*” e “*Sem explicitar diferenciação de modelo*” foram utilizadas na classificação daqueles trabalhos que não fizeram menção ao ensino da Química Verde.

Nas Tabelas 9 e 10 busca-se, além da categorização, expressar os aspectos constitutivos das pesquisas, identificando também os princípios da Química Verde empregados nos trabalhos e a Área a que pertence (Química e suas subáreas, Educação ou Ensino), referenciando-nos nos critérios adotados pela CAPES e CNPq. Adicionalmente à leitura dos trabalhos, acessamos o Currículo Lattes de cada autor, com o objetivo de levantar indicadores adicionais para compará-los às informações já apontadas em outras investigações (DA SILVA; LACERDA; JONES JR, 2005; COSTA; RIBEIRO; MACHADO, 2008; GOES *et al.*, 2013; ROLOFF *et al.*, 2014; DIAS, 2016), tais como: a inserção da Química Verde no currículo dos cursos de graduação (considerando-se as subáreas da Química), que possui maior proximidade entre a QV e as disciplinas de Química Ambiental, Orgânica, Inorgânica e Analítica; e os 12 princípios, P1 (prevenção), P5 (solventes e auxiliares mais seguros), P7 (Uso de fontes renováveis de matéria-prima) e P9 (catálise), geralmente, os mais citados.

As informações sobre a referência aos princípios QV e as áreas de conhecimento envolvidas nas T&D são representadas,

respectivamente, nos Gráficos 8 e 9. Neles constam os princípios QV identificados em cada trabalho, conforme informações constantes na quarta coluna das Tabelas 9 e 10:

Gráfico 8: Doze princípios da Química Verde



Nota: *SP (Sem identificação de princípios). Esses trabalhos foram assim classificados pois não têm como objetivo a aplicação de princípios QV.

A identificação dos princípios QV em cada trabalho não foi uma tarefa simples, visto que muitos não os indicavam de forma explícita. Essa informação é importante, pois traria indicadores, por exemplo, de “metrificação” (verificação de resultado), de motivação/objetivo e da natureza do conhecimento envolvido.

Nesse quesito, apenas uma dissertação (D32) citou os outros 12 princípios de Winterton (2001 *apud* MACHADO, 2008b), embora, sem utilizá-los. Em apenas uma tese (T3) fez uso dos doze princípios, mediante a explicação e o emprego de cada um na síntese desenvolvida. De acordo com Machado (2011c), poderíamos concluir que os 76 trabalhos restantes podem não estar otimizando a verdura ideal dos processos, visto não cumprirem integralmente os 12 princípios.

Observando o gráfico, percebemos que os princípios mais citados/identificados nesses 77 trabalhos foram:

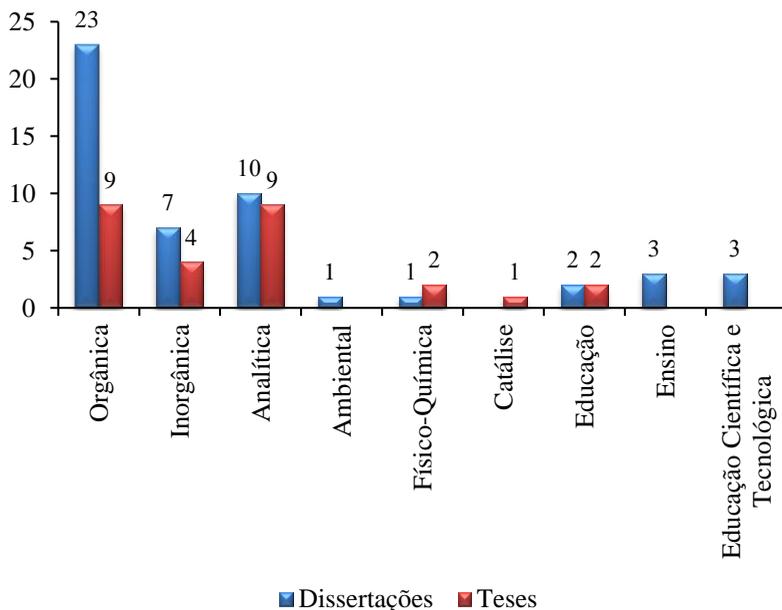
- P1 (Prevenção): 26 vezes
- P5 (Solventes e auxiliares mais seguros): 56 vezes
- P6 (Busca pela eficiência de energia): 33 vezes
- P7 (Uso de fontes renováveis de matéria-prima): 23 vezes
- P9 (Catálise): 26 vezes

Observamos que, assim como já apontado na literatura (DA SILVA; LACERDA; JONES JR, 2005), dos 12 princípios da QV, estes são os mais comuns de se encontrar exemplos e estudos de sua aplicação.

Para exemplificar (brevemente), os trabalhos que envolveram o princípio 5, em sua maioria, traziam a substituição de um solvente orgânico por água. O mesmo ocorre com o princípio 6, que indicou o uso de micro-ondas como fonte de energia. Quanto ao princípio 9, reações foram desenvolvidas utilizando catalisadores biodegradáveis.

Entendemos que o estudo, a divulgação e o emprego dos 12 princípios devem ser continuamente realizados, favorecendo seu entendimento e auxiliando no próprio ensino da QV, favorecendo, inclusive, o emprego das métricas QV de processo.

No Gráfico 9, elaborado a partir dos dados extraídos da quinta coluna das Tabelas 9 e 10, representamos as áreas onde foram desenvolvidas as T&D analisadas.

Gráfico 9: Subáreas da Química onde as T&D foram produzidas

Pela análise do gráfico, fica evidente a proximidade dos trabalhos Química Verde com a subárea da Orgânica (32) e Analítica (19), talvez justificada pelo fato de que a maior parte dos exemplos encontrados na literatura acerca de sua aplicação origina-se nas sínteses orgânicas, com alternativas que buscam cuidados com o ambiente (conforme comentado no capítulo 2), embora se perceba que as subáreas Inorgânica (11), Ambiental (1), Catálise (1) e Físico-Química (3) também apresentam oportunidades de tratamento e abordagem da Química Verde. Vale ressaltar que cerca de 13% da amostra foi produzida nas áreas do Ensino/Educação da Química.

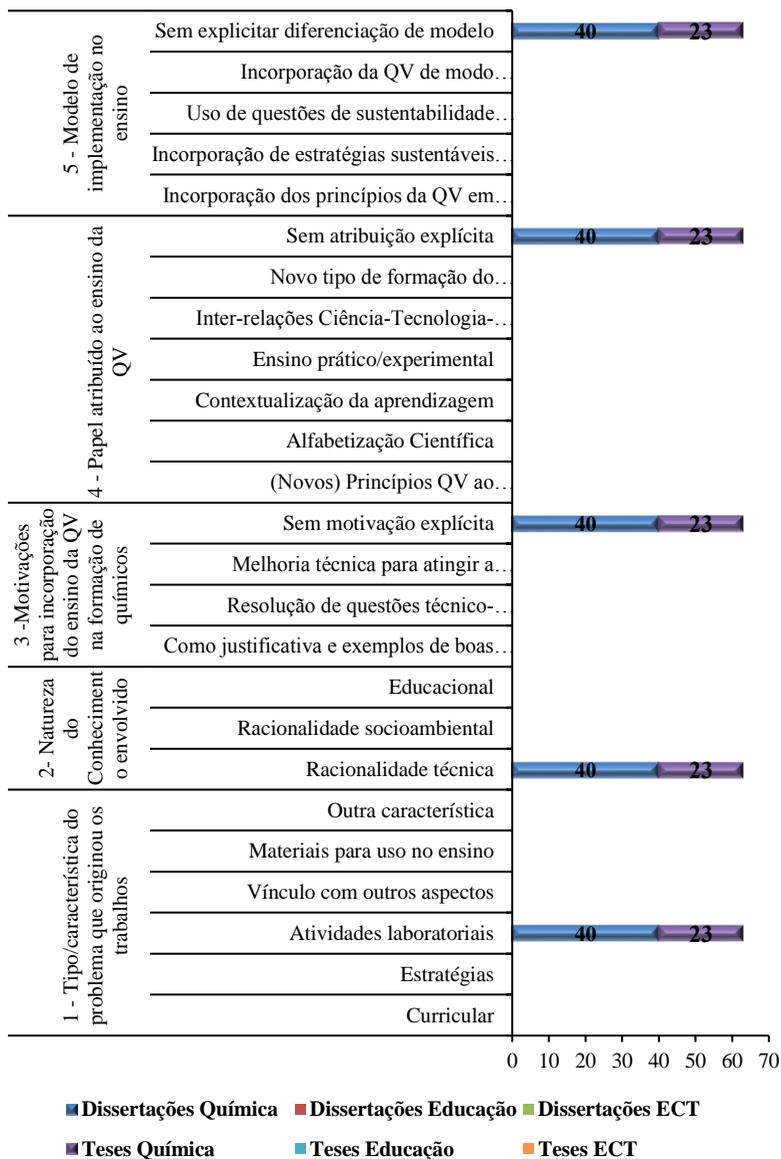
Chamamos a atenção aos destaques apresentados nas Tabelas 9 e 10 (realce em cores azuis nas linhas), pois correspondem aos trabalhos que mencionaram **explicitamente** algum aspecto voltado ao ensino da QV, ou então, que remetiam a esse escopo. Esses corresponderam a aproximadamente 18% das produções (77), ou seja, um total de 14 trabalhos, sendo 10 dissertações e 4 teses. Como argumentaremos a seguir, esses 14 trabalhos formam o círculo esotérico desta investigação, constituído pelos especialistas em ensino QV. Assim sendo, as demais

produções (40 dissertações e 23 teses) constituem o círculo exotérico, dos leigos formados (FLECK, 2010), pois não sinalizam de maneira explícita o reconhecimento do ensino dessa filosofia. Portanto, uma vez colocados o problema e os objetivos desta pesquisa, nos debruçaremos agora na análise dessas 14 produções, especificamente.

Antes disso, apresentamos o cenário obtido para a categorização das 63 T&D constituintes do círculo exotérico, pois, embora esses trabalhos não mencionem explicitamente aspectos associados ao ensino da QV, alguns conhecimentos sobre/para o ensino da QV são também produzidos por essas pesquisas, e sua circulação pode exercer influência sobre a conformação, instauração ou transformação de (possíveis) estilos de pensamento.

A representação é realizada por meio de um gráfico, onde são expressas as cinco categorias analíticas — com suas subcategorias correspondentes —, além do número de trabalhos em cada um desses aspectos constitutivos.

Gráfico 10: Aspectos extraídos a partir da análise dos conteúdos das 63 T&D constituintes do círculo exotérico



Fonte: Da autora

O gráfico 10, que ilustra o quantitativo de T&D constituintes do círculo exotérico, discriminando os dados quantitativos em cada uma das cinco categorias do Quadro 1, sendo elaborado a partir dos dados extraídos das Tabelas 9 e 10. No eixo das ordenadas estão representadas as cinco categorias definidas *a priori*, com suas subcategorias correspondentes. Já no eixo das abscissas são apresentados os números e os tipos de trabalhos analisados e categorizados (se tese ou dissertação), além dos PPG. Os quantitativos em cada coluna expressam o número de T&D por PPG.

Pela análise do quadro, é possível perceber que tanto as 40 dissertações quanto as 23 teses constituintes desse círculo advêm de programas de Pós-Graduação em Química. E talvez seja por isso que 100% desta amostra tenha como foco principal a apresentação/discussão de procedimentos experimentais, cujos trabalhos objetivam o emprego de princípio(s) da QV. Esse tipo de pesquisa reforça o exposto por Da Silva, Lacerda e Joel Jr. (2005), quando argumentam que a comunidade científica tem despendido esforço no desenvolvimento de novas metodologias (ou no resgate das antigas) que se enquadram dentro da filosofia QV.

Nas 63 T&D analisadas, observamos ainda a predominância da racionalidade técnica associada à produção e à aplicação de saberes e práticas em QV. Essa particularidade pode estar diretamente associada ao tipo ou às características do problema que deu origem aos trabalhos, de acordo com a primeira categoria, de modo que as 63 T&D foram classificadas segundo preceitos defendidos na subcategoria “*atividade laboratorial*” por se reduzirem à aplicação dos princípios QV. Essa interpretação será discutida posteriormente.

No que diz respeito às demais categorias, como: da compreensão dos autores do *para quê ensinar QV*, associada à “motivação para a sua incorporação no ensino”, das justificativas utilizadas pelos autores ao “papel atribuído ao ensino da QV”; e das possibilidades identificadas para o seu uso/emprego, classificadas de acordo com o “modelo de implementação”, todas as teses e dissertações constituintes do círculo *exo* – e integrantes de um coletivo de pensamento em transição – foram classificadas como: sem motivação explícita (para a terceira categoria), sem atribuição explícita (para a quarta categoria) e sem explicitar diferenciação de modelo (para a quinta categoria). Esse “enquadramento” ocorreu porque em nenhum desses trabalhos os autores mencionaram a necessidade ou para quê ensinar a QV.

Entendemos que essa não explicitação pode significar a falta de reconhecimento (inclusive porque poderia não fazer parte do escopo do

trabalho) sobre a importância da abordagem da Química Verde na formação dos químicos, até porque os autores estão realizando formulações a esse propósito. Porém, pode ser um indicativo de que apenas enxertos de conteúdos QV, reduzidos à inserção/anúncio de seus princípios, ou ainda, à apresentação de propostas de atividades e materiais a serem incluídos em conteúdos programáticos de ensino pontuais, sejam suficientes para o ensino de Química nessa perspectiva.

Ao pensarmos no contexto dessas produções e utilizar, para isso, as categorias epistemológicas de Fleck (2010), não obstante o círculo exotérico desta pesquisa tenha sido constituído apenas por trabalhos produzidos em programas de pós-graduação em Química (PPGQ), percebemos que não é possível simplesmente caracterizar o grupo de teses e dissertações oriundo desses programas como constituinte de um coletivo distinto daquele formado pelas T&D de PPG em Educação e em Educação Científica e Tecnológica, uma vez que em duas dissertações e duas teses de PPGQMC, os autores fazem menção explícita ao ensino da QV, conforme expresso nas Tabelas 9 e 10. É por isso que esses trabalhos fazem parte do *corpus* de análise específico (círculo esotérico) desta tese.

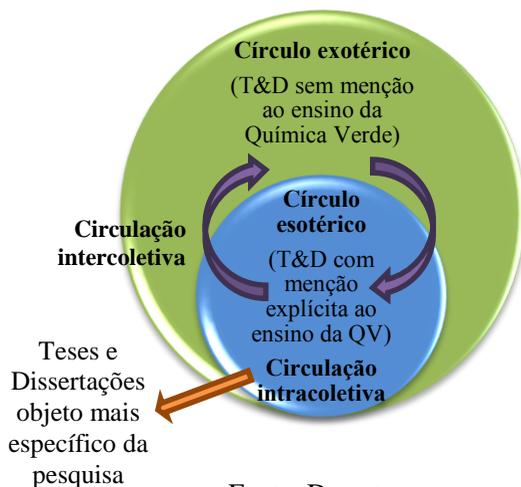
Sendo assim, considerando o problema e os objetivos desta pesquisa, abordaremos agora os 14 trabalhos que mencionam explicitamente a necessidade e a importância da inserção da Química Verde no ensino e na formação de Químicos (incluindo os professores).

4.2 A IDENTIFICAÇÃO E A CARACTERIZAÇÃO DO CÍRCULO ESOTÉRICO DO ENSINO DA QUÍMICA VERDE

Conforme discutido no primeiro e terceiro capítulos, Fleck (2010) comenta sobre a ocorrência de comunicação entre círculos que compõem um coletivo, isto é, a comunicação entre o círculo esotérico (constituído pelos especialistas de uma determinada área) e o círculo exotérico (constituído por leigos na referida área). Enfatiza que isso ocorre, entre outros, porque há confiança dos membros leigos que compõem esse segundo círculo nos especialistas (que, por sua vez, compõem o círculo). Além disso, e ao mesmo tempo, o círculo esotérico depende dos leigos para garantir sua legitimação. Assim sendo, trata-se de conceitos relativos: um grupo pode ser caracterizado como um círculo exotérico em relação a um determinado conhecimento, mas esotérico em relação à outra área de conhecimento (MILARÉ; REZENDE, 2013).

Para a caracterização dos círculos, levamos em consideração essa “hierarquização” epistemológica. Desta maneira, entendemos o grupo constituído pelos pesquisadores (pós-graduandos autores dos trabalhos), *que explicitamente faz menção ao ensino da QV*, como aquele que compõe o círculo *esotérico* (FLECK, 2010). Portanto, esses pesquisadores se constituem em “especialistas” em ensino QV, uma vez que podem estar compartilhando um modo de pensar o ensino da QV (ou mesmo de um estilo de pensamento, ou então, matizes de EP), enquanto que os demais pesquisadores — embora também autodenominados químicos verdes — façam parte do círculo *exotérico* (por não mencionarem, de forma explícita, o reconhecimento/necessidade do ensino da Química Verde, já que produzem conhecimentos QV afirmando, por exemplo, serem importantes à formação Química). Na Figura a seguir, busca-se representar essa relação entre os círculos:

Figura 11: Os círculos e a circulação de ideias para o ensino da Química Verde, nas teses e dissertações



Fonte: Da autora

Em função dessa relação de dependência e relatividade entre os grupos de trabalhos que compõem os círculos é que definimos, como constituintes do círculo esotérico, aqueles que têm e manifestam explicitamente interesse, valores, métodos, técnicas, tecnologias e/ou práticas voltados ao ensino da Química Verde. São eles que podem gerar

saberes que retornam e influenciam os membros do círculo exotérico (os leigos em ensino QV).

A partir desse referencial e hierarquização é que elaboramos a Tabela 11, na qual constam os 14 trabalhos de T&D que compõem esse círculo esotérico (formado pelos pesquisadores que constroem os conhecimentos acerca do ensino da Química Verde), extraídos das Tabelas 9 e 10, apresentadas anteriormente.

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

(continua)

Meio	Título Autor Ano	Aspectos Constitutivos	Princípios QV	Área	Codificação
D1	A Articulação do Conheciment o Químico com a Problemática Ambiental na Formação Inicial de Professores Adriana Lopes Leal (2002)	1) Curricular 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico- científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de Formação do Químico/Profes sor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação	PPGE02-D1

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

					(continuação)
D4	<p>A Chuva Ácida na Perspectiva de Tema Social: um estudo com professores de Química em Criciúma (SC)</p> <p>Juliana Cardoso Coelho (2005)</p>	<p>1) Vínculo com outros aspectos (Temas sociais, Problematização, Contextualização)</p> <p>2) Educacional</p> <p>3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais</p> <p>4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor</p> <p>5) Uso de questões de sustentabilidade e associadas a aspectos sócio-científicos</p>	P1	Educação Científica e Tecnológica	PPGECT05-D4
D7	<p>Sílicas Hexagonais Mesoporosas Modificadas com Aminas para a Adição Nitrometano em Ciclopenteno na</p> <p>Edimar de Oliveira (2006)</p>	<p>1) Atividade laboratorial</p> <p>2) Racionalidade técnica</p> <p>3) Melhoria técnica para atingir a sustentabilidade e o DS</p> <p>4) Ensino prático/experimental</p> <p>5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais no ensino</p>	P2 P6 P9	Inorgânica	PPGQ06-D7

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

(continuação)

D8	<p>Reações Multicomponentes na Síntese de 1,4-Diidropiridinas via Metodologia de Hantzsch em Meio Aquoso: uma estratégia em Química Verde</p> <p>Monique Gonçalves (2007)</p>	<p>1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais 4) Ensino prático/experimental 5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais no ensino</p>	P2 P5	Orgânica	PPGQ07-D8
D14	<p>As Representações Sociais de "Química Ambiental": contribuições para a Formação de Bacharéis e Professores de Química</p> <p>Lailton Passos Cortes Junior (2008)</p>	<p>1) Vínculo com outros aspectos (DS, SUS, EA, QAmb) 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo</p>	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Ensino de Ciências	PPGE08-D14

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

(continuação)					
D32	<p>Questões Ambientais em Cursos de Licenciatura em Química: as Vozes do Currículo e Professores</p> <p>Franciani Becker Roloff (2011)</p>	<p>1) Curricular 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo</p>	<p>Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos</p>	Educação Científica e Tecnológica	PPGECT11-D32
D33	<p>Abordagens de Temáticas Ambientais no Ensino de Química: um olhar sobre textos destinados ao professor da Escola Básica</p> <p>Franciele Drews (2011)</p>	<p>1) Vínculo com outros aspectos (EA, CTS, Abordagem temática, Contextualização do ensino, QAmb) 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Inter-relações CTS 5) Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos</p>	<p>Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos</p>	Educação Científica e Tecnológica	PPGECT11-D33

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

(continuação)

D42	<p>Inserção da Química Verde em Atividades Experimentais de Graduação</p> <p>Angélica de Souza Hrysyk (2012)</p>	<p>1) Atividade laboratorial 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo</p>	<p>P1 P2 P3 P4 P5 P6 P10 P12</p>	Ensino de Química	PPGE12-D42
D46	<p>Construção e avaliação de um ambiente virtual de aprendizagem voltado à Educação em Ciências, Química Verde e Sustentabilidade Socioambiental</p> <p>Fábio Fontana de Souza (2013)</p>	<p>1) Estratégia 2) Educacional 3) Melhoria técnica para atingir a sustentabilidade e o DS 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo</p>	<p>Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos</p>	Educação	PPGE13-D46

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

(continuação)					
D50	<p>A Inserção da Química Verde no curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar: um estudo de caso</p> <p>Dorai Periotto Zandonai (2013)</p>	<p>1) Estratégia 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico científicas, sociais, educacionais ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/professor 5) Uso de questões de sustentabilidade associadas a aspectos sócio-científicos</p>	<p>P1 P2 P6 P9</p>	Ensino de Química	PPGE13-D50
T2	<p>Síntese e Caracterização Estrutural de Novos Complexos de Nióbio a Partir do Óxido de Nióbio(V)</p> <p>Maria José Serafim de Souza (2005)</p>	<p>1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais 4) Ensino prático/experimental 5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais no ensino</p>	<p>P1 P2 P4 P5 P8</p>	Inorgânica	PPGQ05-T2

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

(continuação)

T9	<p>Reações Orgânicas em Água: Adições de Michael e Formação de Pirróis Altamente Substituídos</p> <p>Queli Aparecida Rodrigues Almeida (2010)</p>	<p>1) Atividade laboratorial 2) Racionalidade técnica 3) Como justificativa e exemplos de boas práticas ambientais 4) Ensino prático/experimental 5) Incorporação dos princípios da QV em procedimentos experimentais no ensino</p>	P5 P9	Orgânica	PPGQ10-T9
T10	<p>Elaboração e Análise de uma Metodologia de Ensino Voltada para as Questões Socioambientais na Formação de Professores de Química</p> <p>Marlene Rios Melo (2010)</p>	<p>1) Estratégia 2) Educacional 3) Resolução de questões técnicas, científicas, sociais, educacionais ambientais 4) Novo tipo de formação do Químico/professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo</p>	Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos	Educação	PPGE10-T10

Tabela 11: Teses e dissertações que compõem o círculo esotérico e seus aspectos constitutivos

					(conclusão)
T11	<p>A inserção da dimensão ambiental na formação inicial de professoras/ras de Química: estudo de caso</p> <p>Vânia Gomes Zuin (2010)</p>	<p>1) Curricular 2) Educacional 3) Resolução de questões técnico-científicas, sociais, educacionais e ambientais 4) Novo tipo de Formação do Químico/Professor 5) Incorporação da QV de modo transversal no currículo</p>	<p>Não tem como objetivo a aplicação de princípios específicos</p>	Educação	PPGE10-T11

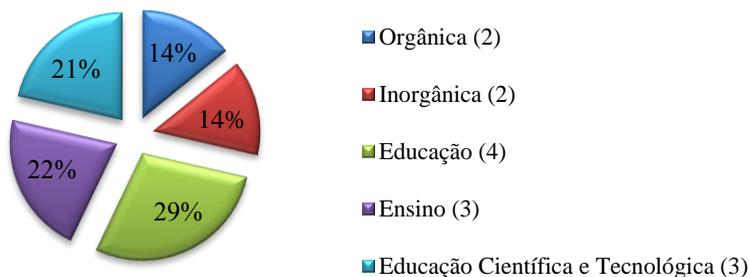
Nota: Extraída e adaptada das Tabelas 9 e 10.

Utilizaremos códigos identificadores, conforme a última coluna da Tabela 11, para as 14 T&D selecionadas para análise, facilitando a discussão dos resultados, além de evitar eventuais conflitos com as demais referências utilizadas.

A codificação para cada uma das T&D foi definida conforme as letras iniciais do programa de pós-graduação onde o trabalho foi desenvolvido, a saber: **PPGQ** para Programas de Pós-Graduação em Química; **PPGE** para Programas de Pós-Graduação em Educação/Ensino; e **PPGECT** para Programas de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Os números subsequentes às letras iniciais referem-se o ano de defesa do trabalho (expresso por meio de dois algarismos). Por fim, o trabalho é identificado por numeração correspondente à ordem em que aparece na lista (coluna 1 da Tabela 11).

No Gráfico 11 busca-se facilitar a visualização das áreas que compuseram o círculo esotérico onde os trabalhos foram produzidos.

Gráfico 11: Áreas onde os trabalhos que tratam do ensino da QV foram produzidos



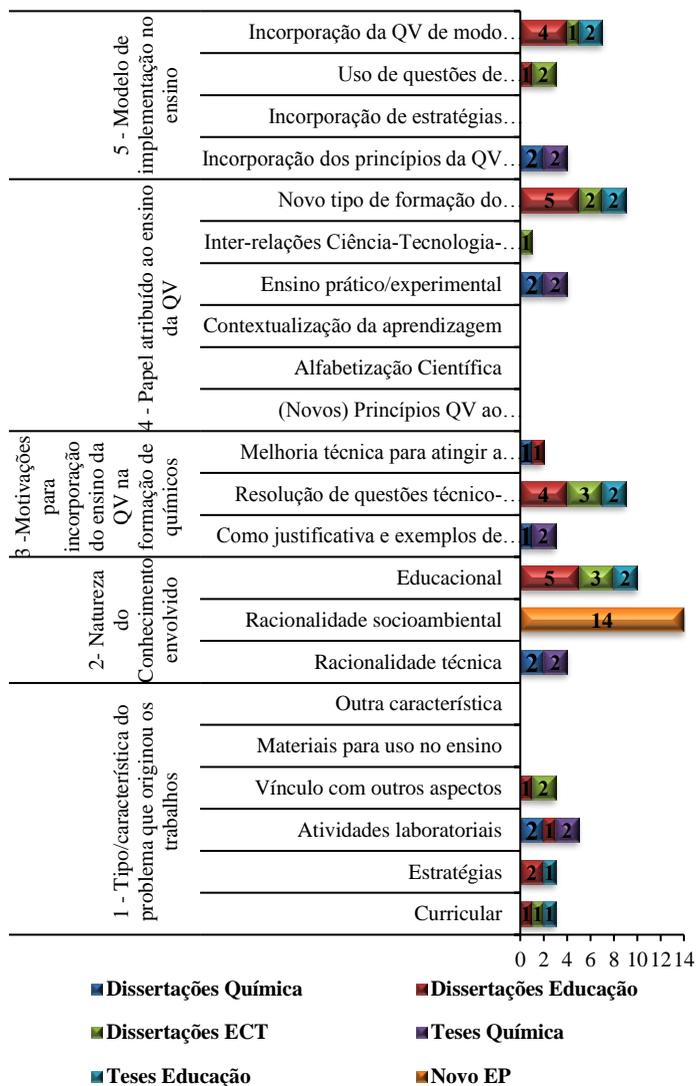
Fonte: Da autora

Percebe-se que a maioria dos trabalhos que estão ligados ou se referem explicitamente ao ensino deriva de Programas de Pós-Graduação em Educação (5D e 2T) e de Educação Científica e Tecnológica (3D), enquanto a outra parte é composta por trabalhos oriundos da Pós-Graduação em Química (2D e 2T). Contudo, essa informação não permite simplesmente configurar uma separação entre esses dois coletivos apenas porque são constituídos por trabalhos/autores de áreas distintas ou proximais, um ligado aos PPGs da QMC (como derivado da área *hard*) e outro aos PPGs EDU e ECT. Isso porque é preciso considerar que ambos tratam, em certo grau e medida, do ensino e da formação de professores da Química na perspectiva da QV, o que abordaremos na sequência.

Para a análise desse conjunto amostral, formado por 14 T&D constitutivas de nosso círculo esotérico, nos apoiamos novamente nas contribuições da teoria epistemológica fleckiana para compreender melhor o que vem sendo produzido no âmbito da pós-graduação e de que maneira esses conhecimentos podem/têm circulado e influenciado os processos formativos dos químicos acerca do ensino da Química Verde. Para tanto, novamente recorreremos aos aspectos e elementos do Quadro 1 (Cap. 1), constituintes das cinco categorias e suas respectivas subcategorias: Tipo/característica do problema que originou o trabalho das T&D; Natureza do conhecimento envolvido; Motivações para a incorporação do ensino da Química Verde na formação do químico e do professor de Química; Papel atribuído ao ensino da Química Verde;

Modelos de implementação. Para facilitar a visualização desse cenário da análise das T&D, elaboramos o Gráfico 12, a seguir.

Gráfico 12: Aspectos extraídos a partir da análise do conteúdo das T&D constituintes do círculo esotérico



Fonte: Da autora

Nota: Na categoria “Natureza do conhecimento envolvido”, todas as T&D apresentam características da racionalidade socioambiental, logo, configuram a emergência de um EP do ensino da QV. Em função disso, foi dado um destaque distinto no gráfico. Tal aspecto será melhor elucidado ao longo da construção do metatexto dessa categoria.

No Gráfico 12, nossas categorias estão representadas no eixo das ordenadas, onde também é possível identificar suas subcategorias — que retratam entendimentos expressos pelos autores das T&D para cada uma das categorias. Já o número, o tipo de trabalho analisado e categorizado (se tese ou dissertação) e o PPG são identificados no eixo das abscissas. Os quantitativos em cada coluna expressam o número de T&D por programa de pós-graduação.

Discorreremos sobre a categorização dos 14 textos selecionados, dialogando com fragmentos extraídos dos mesmos, de modo a caracterizar com mais propriedade os significados e/ou proposições que explicitamente cada autor formula, atribui ou relaciona ao ensino da Química Verde. Seguiremos a sequência das categorias exibidas no eixo das ordenadas, notadamente de baixo para cima.

4.2.1 Tipo/característica do problema que originou o trabalho das T&D

Nesta categoria apresentamos e discutimos exemplos que exprimem a identificação do tipo/característica do problema que deu origem a cada tese ou dissertação. A categorização significa, pois, o agrupamento de características de sentido/significado semelhantes identificadas nos trabalhos, cuja unidade na diversidade vem expressa por meio de cinco subcategorias: *curricular, estratégias, atividades laboratoriais, vínculo com outros aspectos e materiais para uso no ensino*.

Conforme se percebe no Gráfico 12, três foram os trabalhos selecionados que sugerem, utilizam e/ou defendem a necessidade de se incluir a QV no “currículo”, sendo eles, duas dissertações (PPGE02-D1 e PPGECT11-D32) e uma tese (PPGE10-T11). As duas dissertações originaram, inclusive, artigos publicados nos veículos da SBQ, já apontados e analisados no capítulo 3 (LEAL; MARQUES, 2008; ROLOFF, MARQUES, 2014).

Ao lermos essas três T&D, constatamos que as pesquisas desenvolvidas pelas autoras têm especificidades comuns, pois o *tipo/característica do problema que originou* cada uma delas foi a busca

por identificar o enfoque utilizado na abordagem e na inserção de problemas/questões ambientais no currículo dos cursos de licenciatura em Química. E não obstante as investigações tenham sido realizadas em instituições diferentes e que tenham sido empregados distintos meios para a realização das pesquisas, parte significativa do problema de estudo (e investigação) que originou cada trabalho foi a mesma: o currículo.

O estudo realizado por PPGECT11-D32 tinha como principal objetivo:

Investigar e analisar as perspectivas adotadas na abordagem de questões ambientais indicadas pelos professores formadores **e nos documentos curriculares que orientam componentes curriculares de Química Ambiental e afins**, em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do Brasil **e suas aproximações com a perspectiva da Química Verde** (PPGECT11-D32, p. 25, grifo nosso).

Já a pesquisa de PPGE02-D1 visou:

apontar para os aspectos pedagógicos na formação de professores de Química, isto é, a análise da seleção de conteúdos, objetivos e bibliografia **que são parte dos currículos dos cursos investigados**, bem como para as questões pertinentes à própria produção do conhecimento químico (PPGE02-D1, p. 03, grifo nosso).

Enquanto PPGE10-T11 apresentou um problema de pesquisa também muito similar, ao questionar:

quais são as compreensões acerca da dimensão ambiental **presentes no currículo** e nas falas dos envolvidos – coordenadores, professores, licenciandos e demais agentes institucionais – com o curso de licenciatura em Química da IES investigada e em que extensão tais concepções influenciam o processo de formação docente? (PPGE10-T11, p. 83, grifo nosso).

O questionamento contido no fragmento acima (tese 11, PPGE10) consiste no eixo norteador da pesquisa desenvolvida por sua autora, embora o fragmento tenha sido extraído de um de seus livros, cuja produção advém de sua tese de doutorado intitulada *A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de Química* (ZUIN, 2011).

Ao ler os objetivos e os problemas de pesquisa dos três trabalhos, fica nítida a preocupação das autoras com a inserção da temática ambiental em cursos de licenciatura em Química. Em outras palavras, podemos afirmar que reconhecem a necessidade e a importância de que isso faça parte do currículo de formação de professores de Química, argumentando a favor da presença da perspectiva da Química Verde no currículo.

Dentre os objetivos da pesquisa de PPGE02-D1 consta: “Apontar a necessidade de se estabelecer subsídios para que haja uma abordagem da problemática ambiental de forma transversal no currículo dos cursos de Licenciatura em Química, **orientados pelo enfoque da Química para o Meio Ambiente**” (p. 04, grifo nosso). Com base em Machado (2004), a expressão *Química para o meio ambiente* consiste em praticar a Química de maneira que se evite a produção de resíduos tóxicos e poluentes, caracterizando esforços *a priori* para a proteção do meio ambiente, algo que também pode caracterizar a Química Verde. Desta maneira, percebe-se que a mestrandia tenta esclarecer o que é QV para, assim, defender sua inserção no currículo.

A autora de PPGE11-D32, nos objetivos de sua pesquisa, explicita que, ao buscar identificar em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas em componentes curriculares de cursos de licenciatura em Química, procurará também aproximações com a filosofia da QV.

Já a pesquisa PPGE10-T11, que investigou como a dimensão ambiental se inseria na formação de estudantes de um curso de licenciatura em Química de uma IES paulista, apresentava como pressupostos:

- (1) a inserção da dimensão ambiental na universidade, em um sentido mais amplo, corresponde à ambientalização curricular;
- (2) a natureza é um sistema complexo, interligado e dinâmico, e a vida, o seu processo de auto-organização;
- (3) somos seres naturais e

redefinimos nossa maneira de existir na natureza pela dinâmica cultural; (4) somos indivíduos históricos e sociais multiplamente constituídos; (5) a Educação como práxis e processo dialógico, crítico, problematizador e transformador das condições objetivas e subjetivas da realidade; (6) transformação social (individual e institucional) visando uma construção democrática de sociedades sustentáveis, com prudência ecológica, justiça social, diversidade cultural e econômica viável (PPGE10-T11, p. 15-16, grifo nosso).

A ambientalização é uma perspectiva curricular, logo, a autora destaca a sua importância diretamente associada à inserção de questões ambientais no ensino, entre outras, por meio da institucionalização da Educação Ambiental. Dentre suas ponderações acerca do entendimento de como a dimensão ambiental é compreendida como uma experiência formativa no campo da Química destacam-se vários argumentos: as “benesses geradas pelo desenvolvimento científico e tecnológico, como aquelas propiciadas pela Química Verde” (PPGE10-T11, p. 34); a incorporação da Educação Ambiental crítica no processo de formação de professores de Química, por “possibilitar o debate das questões ambientais contemporâneas, das transformações dos conhecimentos, valores e atitudes diante de novos cenários” (p. 35); e a abordagem educacional por meio da perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS-A), que favorece a compreensão da “relação entre a ética e suas conexões com a produção da ciência e tecnologia e as vertentes socioambientais” (p. 78). Ou seja, são argumentos que visam defender a ambientalização como perspectiva ao currículo.

Indiscutivelmente podem ser observadas convergências de motivações e intenções (do tipo causa-efeito) nas produções selecionadas nessa subcategoria que apontam para uma visão de currículo onde a dimensão ambiental deve estar presente em diferentes formas e/ou perspectivas, da ambientalização até a abordagem de temas ambientais, sempre articulados com os preceitos da Química Verde, embora se perceba que não exista ou não se aponte nos trabalhos “uma única maneira ou a maneira correta” para que isso ocorra.

Contudo, como afirmamos ao longo deste estudo, entendemos que o simples “esverdeamento” do currículo dos cursos de Química por meio, por exemplo, da inserção de uma disciplina QV, não seja suficiente para modificar o modo como os profissionais da Química encaram e atuam na crise ambiental planetária, ou mesmo para que

passem a ter mais cuidado com o ambiente em suas práticas químicas. Uma evolução da Química Clássica à QV exige mudanças mais profundas no modo de pensar e fazer a Química, enfim, uma mudança de racionalidade.

Por outro lado, outras três pesquisas (PPGE13-D46, PPGE13-D50 e PPGE10-T10) tiveram como característica principal apresentar a QV como uma *estratégia*, um “artifício” ou uma possibilidade de/para o ensino envolvendo temas/assuntos ambientais no ensino de Química. Assim, na subcategoria “*Estratégia*”, destacamos as dissertações PPGE13-D46 e PPGE13-D50.

Na primeira delas, o objetivo era:

planejar e avaliar um curso construído no ambiente Moodle que, além de conter textos e informações referentes a disciplinas “Experimentação para o ensino de Química 1 e 2”, **pudesse suportar as tarefas que estimulassem o debate acerca de temas referentes à Química Verde, sustentabilidade socioambiental e a experimentação para o ensino de química** (PPGE13-D46, p. 105, grifo nosso)

E na segunda:

O objetivo principal deste trabalho foi o planejamento, **a aplicação e análise de módulos para a inserção de conteúdos** já previstos na ementa de uma disciplina de caráter experimental do curso de Licenciatura em Química do DQ-UFSCar, **por meio da perspectiva da Química Verde e abordagem de ensino CTS** (PPGE13-D50, p. 7, grifo nosso).

Alguns aspectos chamam a atenção nesses fragmentos. Em ambos os trabalhos se objetivava o *planejamento* de atividades a serem utilizadas em *disciplinas experimentais*, associando a QV a outras perspectivas de cunho pedagógico, como a abordagem CTS e o ensino por módulos. Adotamos essa indicação na subcategoria *estratégias* — e não na subcategoria *vinculados a outros aspectos* —, considerando, com base em Bordenave e Pereira (2002), que as *estratégias de ensino* favorecem a interação dos alunos com o conhecimento, auxiliando na

construção de saberes, na interpretação de informações e para a melhoria da compreensão de conceitos científicos. Compreendemos que essas pesquisas visaram, essencialmente, apresentar a experimentação como uma “porta de entrada”, uma alternativa para o ensino da QV na formação dos químicos, enquanto uma tática de natureza teórico-metodológica complementar à componente principal da estratégia.

Em sua dissertação (PPGE13-D46) o autor criou um curso virtual no *Moodle* com o objetivo de subsidiar aulas presenciais. Nesse ambiente:

era possível acessar materiais (calendário acadêmico, cronogramas, textos utilizados nas aulas presenciais, orientações para o trabalho de planejamento e aplicação dos experimentos), esclarecer dúvidas, acompanhar notícias sobre o andamento da disciplina e participar de atividades, que constituíram de quatro fóruns, sendo o último dividido em duas etapas (PPGE13-D46, p. 43).

Além disso, foi construída uma área no *Moodle* para disponibilizar materiais de estudo e atividades que permitissem o diálogo acerca de questões relativas à experimentação voltada ao ensino, com enfoque na sustentabilidade socioambiental e na Química Verde. Para o autor importava “investigar os limites e potencialidades do ambiente virtual em um curso híbrido, de caráter presencial e virtual, no que tange à formação docente em Química e os sentidos dados à experiência” (PPGE13-D46, p. 34). Novamente se sobressai aqui a proposta de inserção da QV por meio da experimentação (em laboratório de ensino), mas como uma estratégia de revisão ou substituição de práticas não verdes.

A pesquisa de PPGE13-D50 contou com a participação de alunos do primeiro ano do curso de licenciatura em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), sendo realizada a partir de três experimentos verdes, todos com relevância sócio-científica. Além disso, o estudo também avaliou o grau de verdura química das experiências propostas para a disciplina de Técnicas Básicas em Química, utilizando como métrica holística a Estrela Verde⁴¹ (RIBEIRO; COSTA; MACHADO, 2010), dado que a pesquisa tinha como interesse:

⁴¹ Esse instrumento foi brevemente apresentado e discutido no capítulo 3.

incluir e apresentar aos estudantes [...] 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 [...]. 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** (PPGE13-D50, p. 02, grifo nosso).

Essas pesquisas contribuem para a construção de estratégias de ensino envolvendo a Química Verde e questões socioambientais. A elaboração/emprego de experimentos didáticos em laboratório de ensino ou não (como no exemplo do ambiente virtual) envolvendo a QV parece indicar um caminho importante e incentivado por vários autores de trabalhos (tanto em T&D quanto na literatura QV em geral), cuja ideia motivacional é propiciar o ensino e a formação de professores de Química na perspectiva de um comprometimento ambiental. A ressalva nesse aspecto é que na literatura não se encontra muito consenso sobre o papel motivacional das atividades experimentais no ensino e na formação dos professores de química (GONÇALVES; MARQUES, 2006). Sobre esse tema, Gonçalves problematiza essa ideia da motivação, ao afirmar que “a motivação em sala de aula é um fenômeno complexo para ter a sua discussão encerrada em torno da experimentação” (2009, p. 106).

Entendemos, assim como Gonçalves e Marques (2006), que a experimentação pode despertar e fomentar a curiosidade crítica dos sujeitos, sobretudo quando a ela se agrega, como estratégia, o papel de se efetuar uma reanálise da química acerca dos cuidados com o ambiente. Com ela é possível obter um importante instrumento de materialização das mudanças proporcionadas pelos princípios da QV no tocante, por exemplo, às sínteses e condições de reação de natureza cautelar quanto aos cuidados com o ambiente. Assim, nessa perspectiva, as atividades experimentais poderiam ser problematizadas e teriam uma

função pedagógica estratégica voltada à formação de um novo químico. Mas, se servirem apenas para ilustrar um novo método ou produto, os resultados do aprendizado talvez só reforcem o tradicional sentido do aprendizado técnico-científico.

No tocante à experimentação, da totalidade da amostra, 5 trabalhos (PPGQ06-D7, PPGQ07-D8, PPGE12-D42, PPGQ05-T2 e PPGQ10-T9) foram enquadrados na subcategoria “*atividades laboratoriais*”, uma vez que apresentavam, como objetivo central e exclusivo, o seu emprego para apresentar os princípios norteadores da QV. Dentre eles, a tese PPGQ05-T2:

Visando eliminar a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente e reduzindo o número de etapas na preparação do produto, o objetivo deste trabalho consiste em verificar se novos complexos de nióbio podem ser obtidos, em meio aquoso, pela reação direta do óxido de nióbio (V) hidratado, disponível comercialmente e fornecido pela CBMM ($\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) (PPGQ05-T2, p. 22, grifo nosso).

Percebe-se, no fragmento, que o objetivo da proposta do trabalho é a síntese de compostos de nióbio, de modo a evitar a produção de resíduos, caracterizando, assim, o emprego de um dos princípios da QV, proposto por Anastas e Warner (1998), especificamente o Princípio 1. Ressalta-se ainda que a preocupação advém de uma situação de contexto industrial, por meio das atividades da Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, fundada em 1955, sediada em Araxá-MG, que se dedica ao processamento, industrialização e comercialização de produtos de nióbio. A proposta de atividade, então, envolve a síntese de três complexos de nióbio, a saber⁴²:

- Tris(maltolato)oxonióbio(V) - ONb(mlt)₃
 $6(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_3) + \text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot 3,7\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{ONb}(\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_3)_3 + 6,7\text{H}_2\text{O}$
- Tris(tropolonato)oxonióbio(V) - ONb(tp)₃·H₂O

⁴² Entendemos que esta não seja a maneira correta para expressar o balanceamento das reações químicas (usando números decimais), porém, tais representações foram extraídas exatamente como a autora da tese apresenta em seu texto, ao comentar que a composição informada pelo fornecedor permitiu calcular a fórmula aproximada de pentóxido de nióbio hidratado utilizado como: $\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot 3,7\text{H}_2\text{O}$ (SOUZA, 2005, p. 23).

- $$6(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2) + \text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot 3,7\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{ONb}(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2)_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + 4,7 \text{H}_2\text{O}$$
- Tris(oxopiridinato N-óxido)oxonióbio(V) - ONb(OpNO)₃
- $$6(\text{C}_5\text{H}_5\text{O}_2) + \text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot 3,7\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{ONb}(\text{C}_5\text{H}_5\text{O}_2)_3 + 6,7 \text{H}_2\text{O}$$

E com relação às reações desenvolvidas, a autora comenta que:

envolve apenas três etapas; a reação do óxido de nióbio(V) hidratado comercial com o complexante, em meio aquoso, seguida pela filtração e evaporação do solvente. **Esta rota está de acordo com o princípio da Química Verde, que visa maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final** (PPGQ05-T2, p. 26, grifo nosso)

Embora a doutoranda comente que o mecanismo da reação utilizada esteja de acordo com *o princípio da QV*, não menciona qual dele(s). A leitura desse fragmento salienta um aspecto às vezes recorrente em outros trabalhos, isto é, que a Química Verde é balizada por apenas um princípio, o da prevenção (princípio 1): *Evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo após sua geração*, conforme caracterizado no objetivo principal da tese em questão. Além disso, observa-se ainda, no fragmento, a fala sobre a incorporação de todos os materiais de partida (reagentes) no produto final, o que permite interpretar que se faz referência ao princípio 2 da QV: *Deve-se procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final*.

Em outro fragmento, extraído das conclusões apresentadas nessa tese (PPGQ05-T2), faz-se também alusão a outros princípios QV, embora não explicitados:

A reação direta com óxido de nióbio (V) hidratado, **em meio aquoso, reduz o número de etapas, evita o uso de solventes orgânicos e elimina a formação de subprodutos indesejados e poluentes**, em conformidade com a filosofia da Química Verde (PPGQ05-T2, p. 64, grifo nosso).

A partir da leitura, interpretamos que outros três princípios podem ter sido contemplados nas reações desenvolvidas, dentre eles, o quarto princípio: *Os produtos químicos devem ser desenhados de tal*

modo que realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos; o princípio 5: O uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, secantes, etc.) precisa, sempre que possível, tornar-se desnecessário e, quando utilizadas, estas substâncias devem ser inócuas; e o princípio 8: A derivatização desnecessária (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos) deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos. Embora relevantes, todas essas considerações acerca da informação sobre princípios (explicitados ou não pelos autores), não garantem, por si próprias, que todo o experimento seja de verdura química máxima, como lembra Machado (2014; 2007) ao argumentar sobre a importância do uso de métricas em QV.

A dissertação PPGE12-D42 também utilizou atividades experimentais como estratégia de desenvolver e/ou demonstrar os princípios QV, como se detrai do fragmento a seguir:

Aplicar os princípios da Química Verde em atividades experimentais desenvolvidas no curso de Química nas disciplinas de Química Analítica e a Química Orgânica Experimental (PPGE12-D42, p. 3, grifo nosso).

Neste trabalho, os princípios da QV foram aplicados em diferentes atividades experimentais, realizadas, especificamente, no âmbito das disciplinas de Química Analítica (com uma proposta de metodologia alternativa para o experimento de determinação analítica do grupo do cobre) e de Química Orgânica (na qual novas metodologias foram aplicadas para o experimento de preparação do butanal, experimentos em microescala para as sínteses da dibenzalacetona e da acetanilida — quando se realizou o cálculo de eficiência atômica). A esse respeito, a autora comenta que “foram aplicados oito dos princípios da QV em alguns procedimentos experimentais das disciplinas de Química Analítica Qualitativa e Química Orgânica” (PPGE12-D42, p. iv).

Em suas considerações finais, a mestranda apresenta quais princípios foram contemplados ao longo dos experimentos, muito embora não justifique o porquê de cada um. Por exemplo, para as atividades desenvolvidas na disciplina de Química Analítica, comenta que a “metodologia proposta para o desenvolvimento do experimento de determinação analítica do grupo do cobre obedece aos princípios 1, 3, 4

e o princípio 12 que discute a química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes” (PPGE12-D42, p. 60).

Já no domínio da disciplina de Química Orgânica, além do cálculo da eficiência atômica, três experimentos foram realizados pela autora de PPGE12-D42. Em um deles, intitulado *uso de agentes oxidantes “verdes”*, cujo objetivo era fazer a oxidação de álcoois primários a aldeídos e álcoois secundários a cetonas, foi utilizado como agente oxidante o hipoclorito de sódio em ácido acético, visto esse reagente ser descrito na literatura como um agente oxidante “verde”. Segundo a pesquisadora:

por isso obedece aos princípios 1 sobre a prevenção de resíduos indesejáveis, o princípio 3 que destaca a síntese segura, o princípio 5 que discute o uso de solventes e auxiliares seguros, o princípio 6 sobre busca pela eficiência de energia, pois a reação ocorre a temperatura e pressão ambiente e o princípio 10 geração de produtos mais facilmente degradáveis quando comparados com a metodologia convencional. (PPGE12-D42, p. 60).

Ainda segundo as argumentações da mestranda, a partir do experimento de nitração da acetanilida foi aplicado o princípio 2 da QV, quando se calculou a eficiência atômica de uma reação química. Já com a realização de experimentos em microescala, aplicou-se o princípio 1, visto haver a redução da formação de resíduos, além de atender também ao princípio 12, pois julga que, com as quantidades reduzidas de reagentes, se minimiza o risco de acidentes. Portanto, fica claro com as discussões e os resultados de tal investigação, que a estratégia foi desenvolver aulas experimentais no curso de Química para, com isso, empregar parte dos 12 princípios básicos da QV: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P10 e P12.

É preciso deixar claro o objetivo das propostas e sua relação com aspectos da QV são elementos importantes no processo de formação dessa nova perspectiva da Química. Assim agindo, sinalizam-se as formas de “avaliar” a eficiência das mudanças anunciadas quando das justificativas para o emprego da Química Verde como alternativa à Química Clássica, com vistas ao rompimento com o aprendizado técnico-científico tradicional, antes assinalado. Ou seja, aqui a *atividade laboratorial* é adotada como uma estratégia para ensinar conteúdos de

química, via procedimentos experimentais, agora com “um selo verde” proporcionado pela ancoragem nos vários princípios da QV.

Por fim, outras três dissertações (PPGECT05-D4; PPGE08-D14; PPGECT11-D33) apresentaram, como características predominantes do problema e objetivos da pesquisa, o estabelecimento de “*Vínculos entre a Química Verde e outra(s) perspectiva(s)*”, a exemplo da Química Ambiental, da Educação Ambiental, do enfoque CTS e do alcance/busca pelo Desenvolvimento Sustentável, da Sustentabilidade e da Sustentabilidade Ambiental.

Para exemplificar essa subcategoria, descrevemos os objetivos do trabalho de mestrado desenvolvido em PPGECT11-D33:

O objetivo geral desta pesquisa, portanto, **foi o de contribuir para a abordagem crítica e socioambiental de temáticas relativas ao meio ambiente na educação em Química**; e, em decorrência disso, analisar e problematizar o conteúdo de textos sobre questões ambientais divulgados nas revistas *Química Nova na Escola* e *Green: la Scienza al servizio dell’Uomo e dell’Ambiente*, ambas dirigidas a professores de Química de nível médio.

E os objetivos específicos, são:

[...] d) verificar e analisar a apresentação de mensagens relacionadas **à Química Ambiental e à perspectiva da Química Verde** nos textos selecionados; 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** (PPGECT11-D33, p. 38, grifo nosso).

Nessa dissertação, que analisa textos produzidos em dois periódicos (um nacional e outro internacional) destinados a professores de Química da Educação Básica, a pesquisadora apresenta um estudo de natureza teórico-reflexiva sobre a abordagem de temáticas ambientais no ensino de Química, utilizando interlocuções com trabalhos do campo ambiental, educacional e científico, referenciados em perspectivas crítico-transformadoras da Educação Ambiental (TORRES, 2010; CARVALHO, 2004) e do enfoque CTS (AULER, 2002; AULER,

DELIZOICOV, 2001). Seu trabalho busca contribuir com o desenvolvimento de práticas didático-metodológicas envolvendo a abordagem de problemas/temáticas socioambientais no ensino de Química, em que a QV aparece como uma espécie de “elo substantivo” entre os conteúdos específicos da Química (agora verde) e os conteúdos procedimentais, atitudinais e comportamentais edificadas nas perspectivas e enfoques antes mencionados.

Em PPGECT05-D4, a pesquisa desenvolvida buscou entender qual a compreensão que professores de Química têm sobre os problemas ambientais oriundos do carvão. Para isso, analisou a concepção dos docentes sobre o tema da chuva ácida (por proporcionar articulação entre o conhecimento químico e o contexto onde ocorrem atividades de exploração e uso do carvão), o que permitiu à mestranda discutir interações entre o ensino de Química e o enfoque CTS (sempre associando aos problemas ambientais decorrentes da mineração), contextualizando, assim, o ensino da Química. A QV foi utilizada, especificamente, como referencial para discutir princípios relacionados à prevenção dos problemas de poluição no meio ambiente.

Na dissertação PPGE08-D14 foram identificadas as representações concebidas por estudantes de cursos de Bacharelado em Química Ambiental e Licenciatura em Química sobre seu cotidiano acadêmico acerca da temática “*Química Ambiental*”. O autor considera que o estudo da Química Ambiental é muito importante para a formação do profissional da Química, no sentido de torná-lo mais consciente acerca dos valores relacionados à integração entre o ser humano e o ambiente. O pesquisador, dentre outros aspectos, discorre sobre a importância da incorporação da QAmb e da QV (utilizada na investigação também como sinônimo de Química para o ambiente) nos currículos de licenciatura e bacharelado em Química.

Já na subcategoria *Materiais para uso no ensino* não foram identificadas T&D constituintes do círculo esotérico. Diferentemente dos trabalhos publicados nos veículos da SBQ — que tiveram como característica predominante o *vínculo com outros aspectos* —, nas teses e dissertações a principal característica associada ao problema de origem dos trabalhos foi apresentar e/ou discutir propostas de *atividades experimentais*.

Os resultados de pesquisa, experiências e propostas de ensino obtidos a partir dos textos produzidos por meio das T&D e das publicações SBQ, têm contribuído, indiscutivelmente, com a disseminação da QV. Da análise parcial dessa primeira categoria

“tipo/característica que originou o trabalho”, incluindo suas subcategorias, percebemos que não há ou se apresentou uma única maneira ou estratégia para a inserção da QV — conteúdos e procedimentos — no ensino e na formação dos químicos e professores de Química. Contudo, acentuadamente as propostas de atividades experimentais foram as que estiveram mais presentes nos trabalhos. Algo, de certa maneira, esperado, à medida que os conteúdos (domínios) e práticas (padrões metodológicos) em QV ainda estão em desenvolvimento na Química, especialmente como revisão de seus processos mais clássicos.

A seguir, continuamos a análise dos textos das T&D, particularmente sobre os principais conteúdos direcionados *ao* e *sobre* o ensino da QV, expressos nas quatro outras categorias.

4.2.2 Natureza do conhecimento envolvido

Nesta categoria, buscamos identificar que tipo de racionalidade subjaz os trabalhos, ou seja, como se reconhecem a origem, a aplicação e/ou a proposição de saberes e práticas QV nas T&D analisadas. Neste sentido, ao configurar a natureza do conhecimento envolvido no trabalho, espera-se que cada autor indique, explícita ou implicitamente, a(s) estratégia(s) enunciativa(s) para que o mesmo (isto é, o conhecimento em QV) seja inserido no ensino da Química.

Como as T&D constituintes do *corpus* de análise tinham como pressuposto principal o fato de se autodenominarem QV, a partir da leitura dos textos identificamos que todas elas, sem exceção, fizeram menção ou trouxeram como motivação e/ou justificativa algum tipo de problema ou premissas ambientais, expressos por meio da busca pelo desenvolvimento sustentável ou da sustentabilidade ambiental; a necessidade de se produzir e desenvolver uma Química benéfica à saúde do planeta, mais compatível com as necessidades de preservação do meio ambiente, buscando, assim, mudar a imagem negativa da Química. Além destas, destacamos também a procura de soluções aos problemas ambientais, os mecanismos de reação e sínteses de produtos que objetivavam reduzir a produção de resíduos e o consumo energético e o uso de materiais tóxicos e de propostas com o emprego de matérias-primas de origem renovável, por exemplo.

Tais intencionalidades associam-se diretamente à visão que deverão levar ao desenvolvimento de conhecimentos em QV, e como estes podem contribuir às mais diversas atividades químicas e ao seu ensino. Conforme já sinalizado, entendemos que a preocupação com o

desenvolvimento de tecnologias e processos que reduzam a geração de poluição, a partir da QV, pode conduzir à regulamentação e ao controle de danos ambientais, gerando também impactos econômicos positivos, afinal, diminuem-se gastos com o armazenamento e o tratamento de resíduos, a descontaminação e a despoluição, por exemplo. Todavia, se o objetivo econômico for o único aspecto ou objetivo para se desenvolver a QV, essa racionalidade pode significar a manutenção da racionalidade técnica (agora expressa pela eco-eficiência) e dos paradigmas atuais e clássicos da Química, a exemplo do controle de riscos.

Feita a ressalva, o que se espera e pretende acompanhar é se esses novos valores, novos fundamentos teóricos, novos instrumentos e práticas, proporcionados pela QV, podem contribuir com a instauração de uma nova racionalidade no seio da Química: a socioambiental. Não é forte e prematuro afirmar que parte dos trabalhos aqui analisados, e que pertencem ao círculo esotérico (em ensino da QV), contribuirão, em certa medida, com a construção dessa nova racionalidade, pois têm como pano de fundo alguma componente ambiental voltada à formação do químico.

A categoria que aqui apresentamos é formada por três subcategorias: *racionalidade técnica*, *racionalidade socioambiental* e *racionalidade educacional* (natureza educacional). Pela análise do Gráfico 12, percebemos que quatro (04) trabalhos foram agrupados por suas características predominantemente técnicas na subcategoria racionalidade técnica, enquanto os outros dez (10) tiveram mais ênfase educacional, embora contivessem características da racionalidade socioambiental. Contudo, a natureza do conhecimento em QV proporcionada nas T&D, expressa por meio das (sub)categorias, apresenta diferenças que podem, às vezes, ser muito tênues entre si. Por isso, nas análises que seguem, buscamos trazer a *ênfase* dada pelos autores à origem, aplicação e/ou proposição de saberes e práticas QV. Isso explica porque, no Gráfico 12, nenhum trabalho foi classificado *exclusivamente* como socioambiental. Entendemos que os 10 trabalhos oriundos do PPGE e PPGECT estejam configurando o surgimento de um outro coletivo de pensamento (FLECK; 2010) na área da química, ou seja, essas T&D representam especialistas de um coletivo, no caso, um CP do ensino da QV.

As nuances entre essas subcategorias serão agora melhor sinalizadas ao longo das análises, dialogando com os fragmentos extraídos das pesquisas. Desta maneira, pretendemos identificar

características singulares nos textos, que poderão sinalizar eventuais fronteiras entre a racionalidade socioambiental, a racionalidade técnica e a natureza educacional do conhecimento QV, presentes nesses trabalhos.

Da análise dos documentos constituintes do círculo esotérico, identificamos que 28,5% da amostra — duas dissertações (PPGQ06-D7 e PPGQ07- D8) e duas teses (PPGQ05-T2 e PPGQ10-T9) — pauta-se em modelos baseados na racionalidade técnica e instrumental, mesmo que se reconheça nesses estudos a importância do ensino da Química Verde. Uma possível explicação para isso é que os mesmos derivam ou são elaborados em PPG em Química. Outra explicação é que o foco dessas quatro pesquisas seja o de desenvolver procedimentos experimentais com aplicação de princípios QV. Enfim, a natureza do conhecimento predominante nessas investigações mostrou-se estar no âmbito da *racionalidade técnica* (subcategoria), como buscamos salientar na análise a seguir.

Em PPGQ10-T9, na introdução de seu texto, a autora discorre sobre a QV (definição, objetivos, princípios norteadores e exemplos de trabalhos), apresentando a motivação para a empreitada de sua pesquisa:

Os princípios da Química Verde podem parecer, em um primeiro momento, muito distantes da realidade. Porém, hoje, observa-se que há **um grande esforço** da parte de pesquisadores acadêmicos e industriais **para uma mudança de comportamento**.

Para que os objetivos da Química Verde sejam atingidos bastam, além do conhecimento químico, recursos para as atividades de pesquisa científica e inovação tecnológica e incentivos governamentais para as empresas.

Já existem na literatura muitos resultados para a otimização das condições reacionais em síntese orgânica, levando a processos menos agressivos ao meio ambiente. Dentre estas, **o estudo de reações orgânicas em água é considerado uma importante estratégia para o desenvolvimento das metodologias “verdes”** (PPGQ10-T9, p.12, grifo nosso).

A pesquisadora reconhece, corretamente, o esforço da academia e da indústria para a inserção e o trabalho com a QV, ressaltando, porém, que para que isso ocorra são necessárias mudanças de comportamento,

objetivo que será atingido não apenas com estudos por parte da Química, mas com incentivos à pesquisa e inovação tecnológica por parte do governo. Neste sentido (e em parte, corroborando com o posicionamento da autora de PPGQ10-T9), entendemos que é igualmente importante a circulação dos resultados das pesquisas desenvolvidas no âmbito da pós-graduação, da Química e das áreas que se ocupam do seu ensino, como as teses e dissertações analisadas nesta investigação. São elas que contribuem para o processo de transformação de condutas e procedimentos no domínio da Química, fazendo-a evoluir a outro tipo de racionalidade, ou seja, à racionalidade ambiental.

Embora o relato apresentado demonstre um importante entendimento acerca da problematização de aspectos determinantes ao empreendimento da QV, ao final do fragmento a doutoranda sinaliza sua percepção para o seu desenvolvimento. No fragmento, expressa que o aperfeiçoamento de condições em sínteses orgânicas pode resultar em procedimentos que reduzem os danos ao ambiente, e é principalmente nesse viés que sua pesquisa se realiza. Nela, uma rota verde para as adições de Michael e outra para a síntese de pirróis substituídos em meio aquoso são apresentadas, dando vida ao objetivo central da investigação (desenvolvida em duas etapas distintas):

A primeira parte visa o estudo das reações de adições de Michael em meio aquoso, buscando atender aos princípios da Química Verde. Já na segunda parte, estuda-se a formação de heterocíclis do tipo pirrol altamente substituídos, sem a necessidade de solventes orgânicos e/ou catalisadores, aplicando os conceitos da Química Verde (PPGQ10-T9, p. 13, grifo nosso).

A pesquisa dessa tese autodenomina-se QV pela aplicação de alguns de seus princípios: P5 (solventes e auxiliares mais seguros) e P9 (Catálise). Esta tem como característica predominante o caráter de divulgação e de apresentar propostas de atividades experimentais. Esse tipo de estratégia, embora possa facilitar a aplicação do conhecimento prático (no sentido de procedimental) e de métodos em Química Verde, quando aplicado ao ensino da Química, pode acabar não favorecendo reflexões acerca de conhecimentos atitudinais e de conceitos envolvendo aspectos tecnológicos ou sociais, por exemplo. Isso ocorre quando a ênfase recai sobre a (variação) técnica, que foi percebida na análise

dessa tese, resultando, assim, na predominância de uma racionalidade técnico-instrumental.

Nesse mesmo viés, destacamos a pesquisa PPGQ07- D8, cuja autora desenvolveu uma rota verde para a síntese de compostos, em meio aquoso, anunciado em seu objetivo principal, que era “desenvolver uma rota verde para a síntese de uma família de 1,4-diidropiridinas utilizando água como solvente via metodologia de Hantzsch” (p. 25).

Assim como na tese analisada anteriormente, na dissertação em questão também se enfatiza o uso da *técnica* de substituição de solventes orgânicos e/ou tóxicos por água (quinto princípio da QV) durante a síntese desenvolvida, conforme expresso no fragmento:

A metodologia adotada neste trabalho mostra-se eficiente e promissora para a síntese de 1,4-diidropiridinas, via metodologia de Hantzsch, uma vez que foi substituído o solvente orgânico, tóxico e inflamável, por água, **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)

A autora da pesquisa utiliza exatamente os mesmos argumentos da tese PPGQ10-T9, ou seja, a partir da descrição e desenvolvimento de uma metodologia, atesta que é possível substituir um solvente tóxico por água, e que isso parece ser o suficiente para considerar o processo como verde (QV). Vale lembrar que Machado (2011c) comenta que, para uma síntese verde ideal, todos os 12 princípios devem ser cumpridos. Destacamos ainda que, para Wender (2014), sínteses ideais são aquelas em que a molécula alvo é obtida a partir de materiais de partida prontamente disponíveis, em uma operação simples, segura, econômica e eficiente.

A *racionalidade técnica* foi evidenciada também em PPGQ06-D7, em cujo estudo foram sintetizados dois catalisadores: um à base de sílica modificada com tetrametilguanidina (CatTMG) e outro à base de sílica modificada com etilenodiamina (Caten), conforme apontam os objetivos da própria dissertação, que pretendia:

contribuir para o desenvolvimento de novos catalisadores sólidos para a catálise heterogênea. Essencialmente, visa a produção de sólidos básicos aplicados à reação de adição de Michael,

bem como a reciclagem dos catalisadores, assim, esta dissertação se casa perfeitamente com os princípios fundamentais da Química Verde (PPGQ06-D7, p. 24)

É perceptível que os procedimentos experimentais adotados visavam utilizar princípios QV, mesmo que nesse fragmento não conste quais sejam. Ao longo do texto, o autor apresenta os métodos de caracterização empregados, e ao descrever os processos de síntese utilizados, explica que é possível:

afirmar que o processo elaborado neste trabalho apresenta vantagens quando relacionado com os dados já publicados. Assim, **estes métodos reacionais além de estarem dentro do nono princípio da química verde (catálise), também foram processos que ocorreram em temperaturas mais brandas e em menor tempo reacional (respeitando o sexto princípio da química verde), e ainda, em condições equimolares (respeitando o segundo princípio)**. Portanto, a aplicação de CatTMG e Caten em reações usando quantidades equimolares de reagentes, são processos sintéticos intimamente ligados ao conceito de economia de átomos, e que engloba os princípios de desenvolvimento sustentável, sendo uma meta adotada pela química em busca da auto-sustentabilidade (PPGQ06-D7, p. 50, grifo nosso).

Diferente dos trabalhos apresentados anteriormente, neste, o pesquisador explicita quais princípios foram utilizados em sua pesquisa — P2 (Economia de átomos), P6 (Busca pela eficiência de energia) e P9 (Catálise) —, justificando o seu emprego, algo muito positivo. Contudo, as extrapolações e as relações desses princípios, como o desenvolvimento sustentável, por exemplo, não ficam claras.

O que observamos, a partir desses exemplos, é que a práxis QV defendida por esses pesquisadores parece concentrar-se ou ficar restrita à aplicação de técnicas de síntese ou melhoria de processos onde são reclamados alguns de seus princípios, reforçando a racionalidade instrumental, mas agora com um “selo verde” ou “sustentável”. Podemos até dizer que essa parece ser uma nova roupagem para o