

**QUESTÕES AMBIENTAIS NA VOZ DOS FORMADORES DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM DISCIPLINAS DE CUNHO AMBIENTAL****Franciani Becker Roloff<sup>a,\*</sup> e Carlos Alberto Marques<sup>b</sup>**<sup>a</sup>Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, 88040-970 Florianópolis – SC, Brasil<sup>b</sup>Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, 88040-970 Florianópolis – SC, Brasil

Recebido em 22/04/2013; aceito em 11/09/2013; publicado na web em 16/10/2013

ENVIRONMENTAL ISSUES IN THE VOICE OF TEACHER TRAINERS IN THE DISCIPLINE OF ENVIRONMENTAL STUDIES IN CHEMISTRY. This paper shows the investigation results related to identifying the prospects of addressing environmental issues in the discipline of environmental studies, included in the bachelor degree course in chemistry at nine institutions of higher education in the south and southeast. From the analysis of the interviews we found that environmental issues are part of the initial licensing, but still require a deepening of possible interfaces and convergences between the dimensions of environmental chemistry and green chemistry, as well as a greater approach to and association with the field of environmental education in addressing environmental issues.

Keywords: environmental issues; teacher trainers of chemistry; green chemistry; chemistry licentiate.

**INTRODUÇÃO**

Pesquisas e meios de divulgação têm mostrado com frequência os danos ambientais causados pelo atual modelo de desenvolvimento, devido às nossas atividades produtivas e ao nosso padrão de consumo.<sup>1</sup> Tais problemas resultam na chamada crise ambiental<sup>2</sup> e expressam, no fundo, o tipo de relação estabelecida entre os seres humanos e o mundo físico e biótico. As transformações da natureza por fatores antropogênicos, segundo a literatura, datam de dois milhões de anos, especialmente com o surgimento do *homo habilis*. Entretanto, os impactos ambientais iniciais não eram relevantes, porque a população que habitava o planeta era pequena, assim como o domínio de técnicas que pudessem alterar o espaço geográfico e o uso de recursos naturais.<sup>3</sup> Porém, este cenário vem mudando, principalmente com o advento da agricultura e com a introdução do trabalho mecânico, na chamada Revolução Industrial, iniciada por volta de 1800, onde os danos ao ambiente começaram a se multiplicar e ter maior registro. A título de exemplo, a população mundial que no início do século XIX era de aproximadamente um bilhão, passa para sete bilhões de pessoas em 2011.<sup>4</sup> Isto veio acompanhado de um aumento de cerca de quarenta vezes na utilização de energia, de cinquenta vezes na produção econômica e, por consequência, de um aumento de 30% e 100% na concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub>, respectivamente.<sup>5</sup>

Neste cenário, há que se reconhecer a parcela de responsabilidade da Química na geração de determinados problemas associados à poluição da natureza, pois muitas de suas atividades geram resíduos que têm como destino final o ambiente.<sup>6,7</sup> Mas a área vem buscando soluções para tais problemas, com novas práticas e processos químicos, a exemplo daqueles que se orientam pelos princípios da Química Verde (QV), os quais utilizam técnicas e metodologias que visam reduzir e, preferencialmente, eliminar a produção de resíduos de sínteses, evitando produtos ou subprodutos nocivos à saúde humana e ao ambiente.<sup>8-11</sup> Em perspectiva semelhante, também a Química Ambiental (QA) tem se debruçado historicamente sobre as questões ambientais e, além dos estudos dos processos químicos e das mudanças que ocorrem no ambiente, tem avançado em pesquisas que buscam identificar as causas desses problemas, criando ferramentas para seu tratamento, na tentativa de remediar os danos ao ambiente.<sup>6,7</sup> E, nesse âmbito de

preocupações com o ambiente, a Educação Ambiental (EA) também tem tido papel importante na formação geral e profissional<sup>12</sup> em diferentes áreas do conhecimento, orientando novas práticas, teorias e metodologias que colaboram com a compreensão da totalidade dos fatores envolvidos nas questões ambientais.<sup>13</sup>

Diante da gravidade dos problemas ambientais em relação à sustentabilidade do planeta é imperativo reconhecer, então, a necessidade da abordagem, tratamento, desenvolvimento de soluções e, principalmente, ações de prevenção destes problemas, o que implica que o tema precisa estar presente na formação dos químicos e de seus professores.<sup>14,15</sup> Assim, considerando tais aspectos, este estudo busca identificar quais são as perspectivas adotadas na abordagem de questões ambientais, por professores formadores em cursos de Licenciatura em Química das regiões sul e sudeste do país,<sup>16</sup> especificamente em disciplinas de Química Ambiental ou com denominações afins.

**ASPECTOS METODOLÓGICOS**

O relato e discussão que decorrem nesta investigação fazem parte de uma pesquisa maior, na qual Marques e seus colaboradores levantaram documentos curriculares e entrevistaram formadores de professores de Química Ambiental, - de componentes curriculares de nove instituições universitárias do sul e sudeste do país,<sup>16,17</sup> - cuja análise sobre a componente curricular integradora foi apresentada em recente artigo.<sup>18</sup> Naquela pesquisa, os autores buscaram indicadores em ementas e planos de ensino de 321 componentes curriculares de cursos de Licenciatura em Química (isto é, apenas as disciplinas específicas de Química, as integradoras e as ambientais ou afins), de nove Instituições Públicas de Ensino Superior (IES) das regiões sul e sudeste do país. Dentre elas, oito são Universidades Federais: Rio Grande (FURG); Rio Grande do Sul (UFRGS); Santa Catarina (UFSC); Paraná (UFPR); São Carlos (UFSCar); Rio de Janeiro (UFRJ); Espírito Santo (UFES) e Minas Gerais (UFMG), e a Universidade de São Paulo (USP), que é estadual.<sup>16-18</sup> Como algumas delas possuem curso diurno e noturno, com estruturas curriculares diferenciadas, os currículos de Licenciatura em Química examinados foram apenas de doze instituições.

Na análise da amostragem inicial (321), apenas 53 componentes foram selecionadas, pois eram as que apresentavam indicadores de

\*e-mail: franroloff@gmail.com

abordagem nos aspectos ambientais, tanto nos objetivos, como no programa e/ou referências. Assim, 15 disciplinas (28%) continham na própria denominação o termo Ambiental ou palavra que remetia ao ambiente, tais como toxicologia, poluição e remediação, já que nem todas as IES possuíam disciplinas com estas características. Com isso, a amostra para as entrevistas, que é o objeto de análise e discussão deste trabalho, foi realizada com um docente pertencente àquela IES que oferecia a disciplina especificada, da qual resultou em sete entrevistados (identificados aqui por P01-P07). A denominação das disciplinas não foi inserida, porque poderia dar indicativos de identificação do docente entrevistado.

As entrevistas semiestruturadas foram gravadas em áudio e ocorreram com o consentimento livre e esclarecido. As falas, então, foram submetidas aos procedimentos da Análise Textual Discursiva,<sup>19</sup> constituída por três etapas: a *unitarização*, na qual ocorre a fragmentação dos textos em unidades de significado; a *categorização*, momento em que os fragmentos são agrupados de acordo com suas semelhanças semânticas; e a etapa de *comunicação*, onde são elaborados os textos descritivos e interpretativos desse processo de categorização. Apresenta-se a seguir as categorias emergentes, discutidas a partir dos fragmentos mais significativos extraídos das falas dos formadores. Em alguns casos, para melhor descrever e analisar as compreensões dos entrevistados, foram construídas subcategorias dentro da respectiva categoria de análise.

### VISÕES DE MEIO AMBIENTE: DO REDUCIONISMO A SUA SUPERAÇÃO

Nos relatos dos entrevistados sobre o tipo de abordagem que fazem das questões ambientais, vieram à tona visões reducionistas de meio ambiente. Dentre elas, a concepção em que o meio ambiente é percebido como sinônimo de natureza, reduzido aos ecossistemas ou compreendido como um espaço natural, excluindo os seres humanos e suas inter-relações, caracteriza um modo *naturalista* de compreender os aspectos envolvidos no ambiente,<sup>20</sup> e é identificável através da fala de um dos entrevistados:

*[...] se for da quinta a oitava série, os alunos precisam estudar a água, os solos, os seres vivos, embora eles não entrem diretamente na parte de poluição, mas esse enfoque todo principalmente nas escolas de uma cidade [...], que sofre tanto com esses problemas de poluição, esse enfoque acaba gerando uma necessidade do professor ter algum conhecimento de ecossistema e de conceitos de poluição, de como a poluição é medida, pra passar pras crianças essa ideia [...]* (P01).

O relato do entrevistado, mesmo se referindo a um nível de ensino e reconhecendo a necessidade de trabalhar o contexto local dos alunos, ao citar os estudos da água, do solo e dos seres vivos, parece delimitar sua abordagem aos sistemas físicos e biológicos, impedindo discussões sobre as contaminações ambientais (poluição), as quais têm na ação humana um elemento fortemente responsável. Isto é, ainda que reconheça a importância do estudo da poluição, deixa explícito que deve ser feito através do domínio prévio de conceitos, aspecto que mesmo sendo importante não deveria ser finalístico, porque não favorece o entendimento das suas causas antrópicas. Se em outro momento do curso isso não for tratado, tal perspectiva acaba dicotomizando a relação ser humano-ambiente, reforçando a ideia de exclusão dos seres humanos e suas ações como integrantes do meio e imprimindo uma visão naturalista de meio ambiente.

Em outras falas também emergiram características próximas, enraizadas à visão naturalista de meio ambiente. Por exemplo, quando

questionado se a Química possui relação com as questões ambientais, um entrevistado aponta:

*A Química está presente em todos os processos ambientais e, ao contrário do que normalmente se divulga, não apenas nas questões associadas à poluição ambiental. Mesmo em um ambiente totalmente isento de interferência, em virtude de atividades antrópicas, os processos químicos apresentam grande relevância [...]* (P04).

À primeira vista a resposta do professor pode parecer satisfatória, pois reforça a ideia de uma função específica à Química, isto é, a do estudo químico do ambiente: a constituição de seus componentes e seus processos na natureza. Todavia, a pergunta era sobre a relação da Química (produção humana) com as questões ambientais, portanto, mais ampla que este campo de estudo mais técnico. Assim, o professor supõe um tipo de abordagem cuja ênfase acaba minimizando o estudo das atividades e ações de natureza antropogênica, envolvendo produtos e processos químicos causadores da contaminação ambiental, ou seja, de danos causados *no* e *ao* meio por ações antrópicas. Se um entendimento mais amplo fosse adotado, poderia evitar a hipótese de que os conhecimentos servem apenas para controlar e dominar a natureza, colocando-a a serviço do ser humano. Ainda que esta dissociação ser humano-natureza seja somente uma estratégia de abordagem, tratar a Química de forma compartimentalizada dificulta a compreensão sobre a complexidade dos problemas ambientais contemporâneos, exprime e reforça, em certa medida, a não superação das visões naturalistas e reducionistas de meio ambiente.

A não problematização de que as contaminações são frutos de intervenções do ser humano na natureza parece ser característico dos estudos relativos à química *do* ambiente, ainda que tais estudos possam incorporar a análise das ações provenientes dos produtos químicos *sobre* os meios bióticos e abióticos. É nesta tênue, mais perceptível fronteira,<sup>11</sup> entre os estudos da química *do* ambiente e da química *no* ambiente, que se situam compreensões sobre o papel do ser humano e onde se exprimem as diferentes visões sobre o que seja meio ambiente, residindo, portanto, em uma virtuosa ação pedagógica problematizadora de tais visões, com vistas à superação de reducionismos.

Nesse sentido, reafirmamos que tanto os estudos químicos *sobre*, como *do* meio ambiente, conforme indicados pelos entrevistados quando não problematizaram as ações humanas sobre o meio, podem acabar o assumindo como sinônimo de natureza, admitindo-o a serviço do homem. Desta forma aproximam-se, ainda que inconscientemente ou indesejadamente, tanto da visão antropocêntrica<sup>21</sup> como da visão naturalista<sup>20</sup> de meio ambiente. Tais representações trazem implicações pedagógicas na abordagem científica dos problemas ambientais durante o processo formativo dos futuros professores, repercutindo nas suas compreensões de meio ambiente. E, por serem concepções fragmentadas e reducionistas,<sup>22,23</sup> se tais representações predominarem e não forem problematizadas desde a formação inicial, além de não auxiliar na (trans)formação dos sujeitos em profissionais químicos críticos e comprometidos com a prevenção a problemas e a preservação do meio ambiente, muito provavelmente produzirão efeitos na área científica e ambiental aos alunos da educação básica. Algo que os estudos de Carletto, Linsingen e Delizoicov<sup>24</sup> também salientaram ao apontar que os temas ambientais são tratados nas escolas de forma genérica e fragmentada, e que isto acaba por dificultar as propostas de intervenção que almejam a sustentabilidade ambiental.

A escola e a academia possuem importante papel na busca de formas de superação dessas compreensões reducionistas<sup>25</sup> de ambiente, cujo caminho precisa envolver os processos formativos de professores, proporcionando<sup>26</sup> o domínio de competências técnicas

para o tratamento das questões ambientais, além de formação em conhecimentos comportamentais e atitudinais, que tornem os estudantes aptos a tomarem decisões críticas e baseadas na ética.

Nessa direção, três professores exprimiram uma compreensão mais abrangente de meio ambiente, incluindo na abordagem outras variáveis, dentre as quais o ser humano. O que para nós resulta em uma concepção próxima a que Reigota<sup>20</sup> denominou de *globalizante*, na qual meio ambiente é caracterizado, substancialmente, pelas relações entre sociedade e natureza. Isto aparece na fala de um dos formadores, quando além de preconizar a presença do ser humano, dá destaque a suas ações no ambiente: “[...] quando a gente fala de meio ambiente [...], você tem que pensar em como você vai deixar o planeta, no futuro, como que você vai educar as pessoas pra elas continuarem cuidando bem do seu planeta [...]” (P05).

O fragmento mostra um entendimento em que o ser humano faz parte do meio, com o professor esclarecendo a ideia de preservar o meio ambiente, com cuidados que precisam ser tomados para a sobrevivência futura para a humanidade. Ainda que de forma restrita, o formador apresenta também um entendimento acerca da sustentabilidade que vai ao encontro da definição apresentada no *Relatório Brundtland*,<sup>27</sup> destacando que a preocupação e os cuidados ambientais devem propiciar o futuro do planeta e também o das gerações futuras.

Outro formador reforça a concepção globalizante ao destacar a importância da relação entre um acontecimento socioambiental e o ensino de química, transformando a questão ambiental em um tema de estudo:

*[...] uso muito o que tá no jornal, por exemplo, a uns cinco ou seis anos atrás, afundou um navio aqui na região, carregado de ácido sulfúrico, nossa, aquilo ali a gente discutiu um semestre inteiro, vários aspectos, a posição do governo, porque eu falo muito de direito, de relações sociais, de economia, de psicologia, porque Química Ambiental é tudo isso, não é Química simplesmente [...]* (P02).

Através deste fragmento, o professor exemplifica como é possível e necessário o desenvolvimento de atividades pedagógicas que insiram aspectos mais abrangentes à discussão de questões ambientais, que almejam ir além dos estudos sobre aspectos biogeoquímicos (naturais) do ambiente. Tal dinâmica pode ajudar na superação de visões restritas tanto técnicas como naturalísticas de meio ambiente, e enriqueceria os processos pedagógicos nos cursos de formação de professores de Química, pois indica a adoção de estratégias educacionais problematizadoras sobre as diferentes visões de meio ambiente que podem se apresentar durante a aula. Isto, a nosso ver, proporcionaria a construção de conhecimentos (científicos) integrados, abrangentes e interdisciplinares de meio ambiente, especialmente de sua relação com a química.<sup>28</sup> Dimensão que passamos a apresentar a seguir.

## QUÍMICA E AMBIENTE: UMA RELAÇÃO COM DIFERENTES COMPREENSÕES

A ideia sobre o papel e atividades da ciência está associada à visão de meio ambiente. E tal associação, no caso da educação científica, tem um grau de importância nas atividades de ensino e aprendizagem, as quais tanto podem reforçar, como apontar críticas superadoras às diferentes visões que se têm salientado ao longo de nossa exposição. E foi nesse sentido que buscamos identificar de que forma os professores formadores compreendem a relação existente entre o desenvolvimento da Química e o meio ambiente. Como resultado percebeu-se que todos os professores consideraram que a maioria dos problemas ambientais resulta de atividades químicas, porém, diferenciando-se na

interpretação sobre o grau de abrangência do estudo relativo a essas atividades, ou seja, enquanto alguns formadores apenas os constatarem, outros apontam como a Química pode remediar os problemas por ela causados, enquanto outros consideram que é ainda seu o papel atuar preventivamente para evitá-los. Foi a partir deste grau de diferenciação que construímos as subcategorias que seguem.

### Problemas ambientais como resultantes de atividades químicas

De forma geral, os professores apresentaram entendimentos fluídos<sup>15</sup> e, em algumas circunstâncias, de senso comum, no sentido que dão à relação entre a Química e as questões ambientais, ao considerá-la apenas e inevitavelmente como causadora de problemas ao ambiente. Tais interpretações acabam por reforçar uma conotação negativa à Química, além de serem resultantes de entendimentos fragmentados sobre o que são os problemas ambientais.<sup>14,15</sup> Tal compreensão encontra-se expressa no seguinte fragmento:

*[...] no primeiro dia [de aula] eu sempre pergunto se a Química polui. Invariavelmente eles [alunos] dão como resposta – depende – e aí eu digo pra eles que não depende coisa nenhuma, que ela polui sempre. Eles ficam meio chocados. A gente tem a tendência de querer desculpar a Química, aquela história que depende, se tu fizer direitinho, se não deixar nenhum resíduo, não vou gerar poluição. Ué, ela vai poluir sempre [...]* (P02).

Ao expressar uma estratégia didática, afirmando de modo enfático sua percepção de que a Química polui sempre e, portanto, inevitável que a poluição seja por ela produzida, o entrevistado acaba expressando uma visão parcial do que vem a ser a Química e seu papel na sociedade, fortalecendo uma imagem negativa da ciência e negligenciando suas contribuições e/ou desconhecendo seus avanços no campo da ação preventiva e do saneamento ambiental.

Outro entrevistado, ao ressaltar o papel e responsabilidade da Química sobre os problemas ambientais, reforça a necessidade do aporte de outras áreas para uma abordagem mais ampla, dado que também constituem e fazem parte do ambiente:

*[...] tem outras áreas ambientais que não necessariamente estão ligadas à Química, por exemplo, de gerenciamento, de administração ambiental. Agora, no que se refere à poluição, contaminação e qualidade ambiental, a Química está absurdamente envolvida e [ela é] necessária nessas abordagens (P01).*

Dessa forma, este formador expressa uma visão de que a Química isoladamente não dá conta de solucionar os problemas ambientais, ainda que impute à mesma uma forte responsabilidade pela produção de impactos ambientais, e outorgando a ela a responsabilidade pelo tratamento da poluição e da contaminação do meio ambiente, embora tal compreensão não esteja totalmente explícita ao longo de seu discurso. Isto pode ser interpretado como um sinal de abertura “epistemológica” à apropriação e utilização de conhecimentos de outras áreas ao enfrentamento sobre a complexidade que os problemas ambientais representam.

De outra parte, em nenhum momento na fala desses professores (P01 e P02) apareceu referência aos aspectos relacionados à origem dos problemas ambientais, isto é, que os mesmos não estejam ligados às ações dos seres humanos.<sup>23</sup> E, como já salientado, é algo que pode resultar em implicações pedagógicas nos processos formativos, um silêncio que pode reforçar visões de neutralidade científica entre os licenciandos.

## A Química como remediadora de problemas ambientais

Professores também expressam entendimentos de que a relação da Química com o ambiente não se resume apenas à geração de problemas, mas pode também contribuir para solucioná-los e remediá-los. Nesse sentido, como expressão dessa interface entre as ações humanas e a natureza - intermediada por processos químicos -, um tema por eles apresentado é o tratamento de resíduos, além dos relacionados à produção e utilização de energia:

*[...] se pensarmos em todas as atividades que desenvolvemos pra manter o nosso padrão de crescimento e desenvolvimento - precisamos de demanda de energia, e toda vez alteramos ciclos biogeoquímicos, [...] A Química está inserida nessa alteração dos ciclos biogeoquímicos, desses compartimentos de interesse ambiental, então aí que tá a grande interface da Química com o meio ambiente. [...] Então, eu diria que a Química Ambiental ela tem que ter uma preocupação com esses processos naturais, principalmente com a biogeoquímica, com os ciclos naturais, de modo a amparar talvez um outro ramo que também tá muito próximo da Química Ambiental, que é a Química Sanitária, que é aquele onde nós exercemos uma intervenção, então quando nós propomos um tratamento de esgoto, a gente tá imitando processos naturais [...]* (P06)

Por reconhecer a Química como constituinte do meio e que ações antrópicas causam modificações no ambiente, é possível interpretar o reconhecimento dado pelo professor ao papel da Química também na resolução e tratamento de problemas, que no exemplo apresentado por ele são os efluentes (industriais ou domésticos). Ainda que atribua à Química Sanitária tal “função”, não desconhece conexões desta com a QA, considerando que esta daria amparo àquela nesse estudo e intervenção. Nesse sentido, o professor delimita o próprio campo de estudo da Química Ambiental.

Já ao fazer uma relação entre a problemática ambiental e a demanda energética, o docente dá indícios de que problematiza tanto os aspectos da alteração dos ciclos biogeoquímicos, quanto o padrão de crescimento e desenvolvimento, o que pode abrir portas à discussão sobre a superação de uma visão salvacionista à Ciência e Tecnologia (C&T), particularmente sobre os benefícios do desenvolvimento como portadora de progresso. Entendimentos estes que são carregados de críticas, afinal, como bem salientado por Auler,<sup>29</sup> crescimento não é sinônimo de desenvolvimento ou de progresso, tampouco o inverso.

A compreensão sobre a necessidade de se explorar o papel da Química para a solução de problemas ligados ao meio ambiente é também percebida em outro depoimento:

*Então eu sempre estou dando exemplos, e não só falando do poluente, o que vai causar ao ambiente, ao ser vivo, a todo o meio, mas sim dando como solucionar o problema [...], eu falo com os alunos - não adianta eu te dar uma aula aqui de poluição atmosférica, e dizer que determinadas fábricas poluem, [...] não é esse o caminho, é você levar soluções pro problema ser resolvido, e vocês como químicos, vocês têm essa capacidade [...]* (P07).

Esse formador destaca que é papel do químico apresentar soluções, a partir da aplicação de seus conhecimentos, para a resolução e superação dos impactos causados por suas atividades no meio ambiente. Assim, parece-nos exercer um tipo de docência que pode favorecer uma formação mais crítica e ampliada tanto sobre ao tipo relação entre química e ambiente, quanto a este profissional ter que buscar soluções aos danos causados ao meio.

## A prevenção ambiental como princípio químico

A Ciência e a Tecnologia devem ser desenvolvidas e utilizadas na preservação da natureza e da vida, assumindo uma atitude proativa e preventiva em relação à geração dos problemas ambientais, de modo a superarem uma visão neutra de ciência.<sup>14</sup> Nesse sentido, um formador relata a importante contribuição da Química na prevenção de problemas ambientais:

*[...] fazíamos uma Química de costas para natureza [...] agora já tem trabalhos ou grupos que trabalham na chamada Química de meio ambiente ou Química Ambiental, que já se preocupam em tentar não só solucionar os problemas que existem hoje, mas principalmente desenvolver trabalhos que evitem novas contaminações para o meio ambiente* (P03).

O investigado demonstra preocupação com o ambiente a partir do reconhecimento de que a Química está fazendo esforços para encontrar soluções aos problemas causados por ela própria. Aponta ainda para uma nova forma de se pensar, onde se evite “contaminações”, isto é, que se evite esta geração. Corroborando com tal raciocínio, consideramos importante e fundamental os benefícios provenientes da remediação, mas prevenir é uma exigência à sustentabilidade. Todavia, o entrevistado acaba por destinar essa responsabilidade de “desenvolver trabalhos que evitem novas contaminações pro meio ambiente” a uma (nova) área especializada da Química. Segundo ele, caberia a Química Ambiental esse papel que denomina de uma “Química de meio ambiente”.

Ainda que tal “compartimentalização” em áreas especializadas possa acontecer, o que chama a atenção é que tanto a tradicional área da QA, quanto a contemporânea QV, vêm defendendo que o princípio da prevenção seja balizador do fazer da Química, de modo que o postulado da prevenção ambiental esteja presente transversalmente em todo o campo da Química,<sup>30</sup> marcando-se, portanto, em uma nova racionalidade em nossa área.<sup>31</sup>

Sendo assim, chamamos a atenção para o modo com que as questões ambientais são abordadas ao longo do processo formativo dos químicos, afinal o enfoque e a perspectiva adotada podem reforçar aspectos que favoreçam (ou não) ações voltadas a tratar a complexidade dos fatores envolvidos no desequilíbrio ambiental.

## SINERGIAS NA ABORDAGEM DE QUESTÕES AMBIENTAIS EM SALA DE AULA

### Interfaces entre as perspectivas da Educação Ambiental, Química Verde e Química Ambiental

Para um químico, torna-se essencial compreender a função social de suas atividades profissionais, cujas ações podem trazer consequências variadas. É de fundamental necessidade que este possa identificar elementos e ações técnico-científicas presentes nas atividades químicas que gerem os problemas ambientais e/ou contribuam para sua prevenção.<sup>14</sup> Ainda que a Química não tenha deixado de estudar tais implicações, especialmente através da área da QA,<sup>6</sup> só mais recentemente vem se advogando<sup>11</sup> que estes aspectos podem ser proporcionados pela prática em QV, por meio da aplicação dos seus doze princípios, cujos conhecimentos, aplicações e técnicas, vêm crescendo cada vez mais.<sup>8</sup>

Do mesmo modo, alguns professores reconheceram como importante trazer as contribuições de diversas áreas do conhecimento e suas perspectivas de ensino nos estudos ambientais, relatando e defendendo sobre a importância de se articular, preponderantemente, os estudos historicamente desenvolvidos pela área da QA aos ensinamentos derivados da EA:

*Quando dou uma aula de Química Ambiental estou preocupada em falar com químicos ou pessoas ligadas à Química [...], e um terço do curso que dou é Educação Ambiental, por quê? Porque eu vou falar sobre legislação, eu acho que o químico ambiental tem que ter essa formação de Educação Ambiental também, onde a gente discute uma coisa que não tem nada a ver com Química, [...] pela formação de, sei lá, higiene, segurança, têm outros conceitos que não são necessariamente conceitos vistos em Química Ambiental (P02).*

O docente revela não conseguir e, tampouco, deseja desvincular o ensino da QA de assuntos e abordagens mais abrangentes que, segundo ele, passam pelos ensinamentos da EA, possibilitando uma formação mais ampla e não restrita a saberes químicos. Sua prática pode, então, estar influenciada por um entendimento mais abrangente de meio ambiente, confirmada pelo rol de conteúdos que afirma trabalhar em sua disciplina de QA, os quais associa e reconhece (ainda que de modo implícito) como do campo da EA.

Lorenzetti e Delizoicov<sup>32</sup> comentam que uma abordagem globalizante de meio ambiente, quando desenvolvida em uma perspectiva crítica, ética e democrática, prepara os cidadãos para atuarem de forma consciente, buscando melhor relacionamento com o mundo, e apontam que isso se dá pelo viés interdisciplinar da EA. Se desenvolvidos nesta perspectiva, os processos educacionais promovidos pela EA voltam-se para o desenvolvimento da capacidade de atuação dos indivíduos, através do manejo e da utilização dos saberes adquiridos, na resolução e prevenção de problemas ambientais. Denota-se, então, a necessidade e importância da abordagem da EA nos processos formativos de professores de Química.

Se considerarmos, ainda que simplificada, que a EA tem como foco o estudo do meio, incluindo o socioambiental, enquanto que na QA o foco de estudo recai sob os conhecimentos químicos relativos ao meio, avalia-se que há uma perspectiva de abordagem associada aos conhecimentos químicos do meio ambiente no desenvolvimento de atitudes e valores, a qual poderia contribuir para uma educação voltada à sustentabilidade.<sup>26</sup>

As novas demandas de formação dos químicos, assim como os objetivos atuais para o ensino de Química, requerem mudanças substanciais nos currículos dos cursos de graduação, dentre as quais está uma maior presença de temas ligados ao meio ambiente.<sup>15,18</sup> Tal formação deve incorporar, além das produções científicas historicamente elaboradas, também aqueles derivados do desenvolvimento de novas técnicas e processos que se dirigiram à salvaguarda do ambiente, algo que a QA e a QV têm se dedicado a pesquisar,<sup>11</sup> obtendo resultados interessantes e muito promissores, que precisam se constituir enquanto conteúdos de ensino, pelo menos em disciplinas que tenham como objetivo o estudo do ambiente.

Talvez amparado nesse entendimento, um dos formadores declarou atuar associando estas duas áreas: “No contexto da disciplina de Química Ambiental, trabalho principalmente com aspectos relacionados à Química Ambiental e a Química Verde” (P04). No entanto, ao ser questionado a respeito das referências (bibliográficas) para associar estas duas vertentes de abordagem de questões ambientais em sala de aula, acabou por não justificar sua opção, ainda que se possa inferir do papel que designa a cada uma delas:

*[...] a Química Verde representa uma ferramenta disponível, particularmente aos químicos sintéticos, para que os processos químicos em escala industrial e de bancada possam ser menos impactantes, tanto do ponto de vista de demanda energética, como do potencial poluidor. A Química Ambiental é uma ciência [que] muito transcende as questões vinculadas à poluição ambiental (P04).*

O depoimento deixa transparecer mais claramente que a QV é vista como circunscrita aos estudos dos (novos) processos de sínteses químicas; já a QA - ainda que de forma pouco clara - transcenderia e abarcaria a própria Química Verde. Apesar de se reconhecer a necessidade do tratamento dos temas e problemas derivados da Química do ambiente, julgamos necessário ir em direção a uma formação holística, com uma visão mais integrada da própria Química. E, nesse sentido, a QA tem muito a contribuir, pois<sup>33</sup> é fundamental “entender a composição e o comportamento do solo, da água, quais as interações complexas entre esses sistemas, como eles são influenciados pelas atividades humanas e quais são suas consequências. Os conhecimentos acumulados com esses estudos têm contribuído de forma significativa na prevenção e correção de problemas ambientais” (p. 03). O mesmo raciocínio se pode aplicar à QV, e mesmo que o termo “prevenção” possa também ser adotado pela QA, este parece ser um postulado mais identificado com as teses e práticas em QV.<sup>30</sup>

Entretanto, para alguns entrevistados parece ser também importante que a essa ideia-chave se associe e incorpore as perspectivas advindas da EA; como fala esse formador:

*Nossa disciplina ela é predominantemente de Química Ambiental, mesmo porque a ementa diz isso. Então, princípios de atuação responsável, [...] a importância da evolução do pensamento como direcionador de atitudes é abordado. A gente começa lá, desde a primeira reunião das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, discutimos isso no contexto aqui, até pra criar pensamento. Mas não é o trabalho de Educação Ambiental, já temos os filósofos da Educação Ambiental. Talvez não seja nem uma tarefa que nos cabe, na nossa própria formação, eu acho que caberia realmente pra um educador ambiental, mas é uma disciplina que propicia conhecimentos importantes para quem vai realmente praticar uma Química Verde (P06).*

Embora aponte que o foco da disciplina é o ensino da QA e não especificamente da EA, o professor indica trabalhar outros conteúdos importantes para uma educação ambiental dos químicos. Parece sinalizar que um dos objetivos de sua disciplina seria propiciar evoluções do pensamento, para que ocorram mudanças em seus alunos, no que tange à relação com o meio ambiente. Considera que o melhor é haver uma disciplina específica de EA para trabalhar com princípios e na formação de educadores ambientais a ser oferecida por “filósofos da EA”. Destaca, ainda, que sua disciplina assim configurada “propicia conhecimentos importantes para quem vai realmente praticar uma QV”. A leitura que fazemos é que esse formador apresenta indícios sobre possibilidades que favorecem uma interface entre essas três vertentes, para se trabalhar temas e situações ligadas ao meio ambiente. Observações similares foram também identificadas na fala de outro professor:

*[...] ministrar a Química Ambiental é mais fácil, mostrar todos os aspectos, as reações químicas e tudo que acontece no ambiente com relação a esses poluentes. [...] minha preocupação é mostrar o que pode acontecer com esses poluentes no ar, e no solo e na água. É porque na verdade você vai ligando tudo, na medida em que você tá educando o aluno a trabalhar com as microquantidades. Na Química Verde você também tá educando ele no aspecto da Educação Ambiental e ao mesmo tempo você vai dizer porque, [vai] explicar quimicamente o que acontece se você trata com muitos reagentes (P07).*

Embora sua fala se concentre em definir o campo específico de atuação e o papel da QA, dentro do conjunto de possíveis disciplinas,

conteúdos disciplinares ou áreas de estudo relativas tanto da Química como da educação (por meio da EA), o formador parece se abrir à existência de interfaces colaborativas entre essas perspectivas e ainda da QV, algo que é muito positivo. Contudo, há que se considerar também que, de forma geral, existem visões mais restritivas sobre os objetos e campos de estudo da QA, por exemplo, quando relacionam a mesma somente aos estudos do que acontece *no* ambiente, e que, a nosso modo de ver, exprimem uma visão mais próxima da naturalista de meio ambiente. Esta ressalva busca apenas alertar para a predominância de entendimentos mais funcionais e restritivos acerca do papel da Química, a qual se concentraria na remediação de problemas ambientais.

Os discursos destes formadores deixam clara a importância da utilização de conhecimentos e técnicas da QA, em conjunto com a EA e com a QV. A associação dessas vertentes poderia favorecer uma abordagem crítica e transformadora, na tomada de decisões e ações embasadas nos conhecimentos da ciência. Algo enfatizado e defendido pelas discussões sobre o ensino de ciências baseado no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).<sup>29</sup>

### A importância do enfoque CTS nos estudos sobre a relação da Química e Ambiente

O enfoque CTS tem sido apresentado como uma possibilidade para a abordagem de questões envolvendo a natureza do conhecimento científico e tecnológico e seus papéis/implicações na sociedade. Sob este enfoque, os conhecimentos de modo geral, e os conhecimentos ligados ao ambiente em particular, forneceriam aos educandos meios que os auxiliariam na compreensão, reflexão, ações e tomadas de decisões no que diz respeito aos desdobramentos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente.<sup>29</sup>

Um dos formadores, por exemplo, expressou compreensão sobre a necessidade de se fazer questionamentos e desenvolver uma abordagem relacional entre a Química e o desenvolvimento tecnológico:

*[...] na primeira aula eu costumo mostrar pra eles porque que a gente precisa estudar Química Ambiental hoje. O quê, o porquê, o que nós tínhamos. Antes era simplesmente a tecnologia, quer dizer, há uns 30 anos atrás nós tínhamos, pra Química, a preocupação era mostrar o que era o desenvolvimento de novas tecnologias, sem se preocupar com o resíduo, com e o que era gerado com essas tecnologias. A gente tira tudo quanto é recurso natural, da atmosfera, do mar, do solo e depois o que a gente retorna pra esses ambientes é resíduo. [Se] faz as modificações por meio de tecnologia pra gerar objetos e produtos que sejam pro nosso benefício, único e exclusivamente pro nosso benefício (P03).*

A perspectiva de abordagem parece estar associada à sua compreensão sobre como a ciência Química se relaciona com o ambiente: gerando benefícios à sociedade, mas produzindo resíduos. Para tanto, enfatiza a dimensão e a responsabilidade tecnológica sobre os processos de transformações na matéria, que em última instância é o objeto de estudo tanto da Química acadêmica como da industrial. De certo modo, aponta para uma crítica à Química (especialmente a industrial), frisando que há algumas décadas a tecnologia era desenvolvida sem se preocupar com os resíduos gerados, como também com a ideia de que mais ciência e tecnologia significam mais qualidade de vida, entendimento que corrobora com a crítica feita por Auler<sup>34</sup> sobre a visão linear e salvacionista de Ciência e Tecnologia que permeia a educação científica.

A abordagem das questões envolvendo a QA, a EA e QV, potencialmente pode demandar a adoção do enfoque CTS, ainda que

suas diferentes perspectivas teóricas possam implicar divergentes resultados em relação às implicações sociais (e ambientais) da C&T.<sup>34</sup> Algo que merece ser aprofundado, principalmente na formação de professores de Química.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na análise de entrevistas com os docentes atuantes em componentes integradoras,<sup>18</sup> Marques e seus colaboradores perceberam que os docentes reconheciam e abordavam temas ambientais na formação dos licenciandos em Química. Naquela oportunidade destacaram que, ao se estabelecer a relação entre os temas e a organização dos conteúdos químicos, os formadores de professores precisariam promover a problematização de visões naturalistas de meio ambiente, ressaltando aspectos de ordem política, social, econômica e cultural, que envolvem os problemas ambientais. Entretanto, foi salientado que a abordagem dos temas ambientais naquelas componentes “aparenta ser vista como de prioridade secundária em comparação a outros assuntos/temas nestas próprias componentes [e que] não se desconsidera que em outras componentes curriculares tais questões podem estar sendo abordadas” (p.605).<sup>18</sup>

Por meio das entrevistas com professores formadores, em nossa análise de pesquisa, relativa às disciplinas de cunho ambiental, buscou-se compreender em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas, e foi possível constatar manifestações de interesse e relatos de experiências que indicam que tal abordagem efetivamente ocorre e com forte predominância no espaço da QA, que em alguns casos coincide com a própria disciplina assim denominada. Predominou ainda uma ideia de QA cujo foco é o estudo da química *do* e *no* meio ambiente.

Embora tenhamos defendido a necessidade de um tratamento holístico na abordagem de aspectos associados ao meio ambiente, constatamos que essa parece não ser a compreensão dominante, dado que uma parte dos formadores apresentou visões ainda fragmentadas e, principalmente, reducionistas de meio ambiente, como a naturalista e antropocêntrica.

Um aspecto a destacar é que transpareceu a ideia que o termo “questões” está atrelado exclusivamente a “problemas” ambientais, caracterizando certo reducionismo no modo de ver o tema “ambiente”. Talvez isso explique o modo predominante como é vista a relação entre Química e as questões ambientais, no qual três distintas compreensões foram identificadas, ambas associadas a problemas ambientais:<sup>16</sup> *causadora*; *remediadora* ou ainda uma Química desenvolvida de modo a *prevenir* sua geração.

Adicionalmente, ainda que a perspectiva da Química Ambiental tenha sido apontada pelos entrevistados como o lugar central para o estudo e abordagem dos aspectos associados ao meio ambiente, diferentes aportes teóricos e práticos parecem ser empregados no tratamento dessas questões. Concomitantemente à QA, alguns formadores afirmaram trabalhar com a Educação Ambiental; um deles acrescenta adotar o enfoque CTS; já outro registra trabalhar com a perspectiva da QV conjuntamente à QA em sala de aula. Manifestações que podem ser vistas como indicativo de que as questões ambientais estão fazendo parte da formação inicial do químico e dos professores de Química nas regiões sul e sudeste do país. Mas parece necessário buscar um maior aprofundamento sobre possíveis interfaces e convergências sinérgicas entre essas duas (principais) vertentes da Química, as aproximando/associando ao campo da EA, de modo a buscar na abordagem da problemática ambiental uma articulação entre conhecimentos científicos e aspectos econômicos, sociais, culturais e políticos a ela imbricados.

### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e aos docentes que participaram da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Abreu, D. G.; Campos, M. L. A. M.; Aguilar, M. B. R.; *Quim. Nova* **2008**, *31*, 688.
2. Leff, E.; *Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*, Ed. Vozes: Petrópolis, 2008.
3. Dorst, J.; *Antes que a Natureza Morra*. Edgard Blücher: São Paulo, 1973.
4. Disponível em: <http://www.un.org/en/events/unday/2011/>, acessada em Março 2013.
5. Liao, W.; *Tese de Doutorado*, Leiden University, Holanda, 2012.
6. Mozeto, A. A.; Jardim, W. F.; *Quim. Nova* **2002**, *25*, 7.
7. Leal, A. L.; Marques, C. A.; *Química Nova na Escola* **2009**, *29*, 30.
8. Farias, L. A.; Fávaro, D. I. T.; *Quim. Nova* **2011**, *34*, 6.
9. Anastas, P. T.; Warner, J. C.; *Green Chemistry – Theory and Practice*, Oxford University Press: New York, 1998.
10. Zuin, V. G.; *Anais da 31 Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação*, Caxambu, Brasil, 2008.
11. Machado, A. A. S. C.; *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química* **2004**, *95*, 59.
12. Moradillo, E. F.; Oki, M. C. M.; *Quim. Nova* **2004**, *27*, 332.
13. Cortes Junior, L. P.; *Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências*, Universidade de São Paulo, Brasil, 2008.
14. Marques, C. A.; Gonçalves, F. P.; Zampiron, E.; Coelho, J. C.; Mello, L. C.; Oliveira, P. R. S.; Lindemann, R. H.; *Quim. Nova* **2007**, *30*, 2043.
15. Zuin, V. G.; *A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de Química*, Ed. Átomo: Campinas, 2011.
16. Roloff, F. B.; *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2011.
17. Projeto de Pesquisa “As questões ambientais nos Cursos de Licenciatura em Química no Brasil: perspectivas, avanços e desafios”, financiamento do CNPq.
18. Marques, C. A.; Silva, R. M. G.; Gonçalves, F. P.; Fernandes, C. S.; Sangiogo, F. A.; Regiani, A. M.; *Quim. Nova* **2013**, *36*, 600.
19. Moraes, R.; Galiuzzi, M. C.; *Análise Textual Discursiva*, Ed. Unijuí: Ijuí, 2007.
20. Reigota, M.; *Meio ambiente e representação social*, Ed. Cortez: São Paulo, 1997.
21. Medeiros, M. G. L.; *Ciência & Educação* **2002**, *8*, 71.
22. Moraes, E. C.; Lima, Jr., E.; Schaberle, F. A.; *Revista de Ciências Humanas* **2000**, *Ed. Especial*, 83.
23. Coelho, J. C.; Marques, C. A.; Delizoicov, D.; *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, Brasil, 2009.
24. Carletto, M. R.; Von Linsingen, I.; Delizoicov, D.; *Memórias do I Congresso Ibero CTS+I*, México, 2006.
25. Quadros, A. L.; *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, Brasil, 2009.
26. Silva, S. N.; *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, Brasil, 2009.
27. CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso futuro comum*. 2ª ed., Ed. da Fundação Getúlio Vargas: Rio de Janeiro, 1991.
28. Burmeister, M.; Rauch, F.; Eilks, I.; *Chem. Educ. Res. Pract.* **2012**, *13*, 59.
29. Auler, D.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, 2002.
30. Anastas, P. T.; Williamson, T. C.; Hjerjesen, D.; Breen, J. J.; *Env. Sc. Technol.* **1999**, *33*, 116.
31. Thornton, J.; *Pandora's poison: chlorine, health and a new environmental strategy*, The MIT Press: London, 2000.
32. Lorenzetti, L.; Delizoicov, D.; *Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, Brasil, 2009.
33. Silva, L. A.; Andrade, J. B.; *Química Nova na Escola* **2003**, *Cadernos Temáticos*, 3.
34. Auler, D.; *Ciência & Ensino* **2007**, *1*, 1.