

# A Abordagem de Questões Ambientais em Disciplinas de Licenciaturas em Química: enfoques e perspectivas segundo seus formadores

Franciani Becker Roloff<sup>1</sup> (PG) \*, Carlos Alberto Marques<sup>2</sup> (PQ)

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina

[franroloff@gmail.com](mailto:franroloff@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Metodologia de Ensino - Universidade Federal de Santa Catarina

[bebeto@ced.ufsc.br](mailto:bebeto@ced.ufsc.br)

*Palavras-Chave: Questões Ambientais, Formação de Professores, Química Verde.*

**RESUMO:** Este estudo é parte de uma investigação que teve como principal objetivo levantar, identificar e analisar as perspectivas das questões de cunho ambiental, abordadas em cursos de formação de professores de Química, em nove instituições públicas de ensino superior das regiões sul e sudeste do país. A partir do levantamento de disciplinas de cunho ambiental, foram selecionados formadores para as entrevistas semiestruturadas nos doze cursos de Licenciatura em Química pertencentes a estas instituições. A pesquisa apontou, entre outros, para a existência de abordagens de temas e conteúdos, considerados pelos pesquisados, como sendo feitas na perspectiva da Química Ambiental, isoladamente ou em interface com a Química Verde, com a Educação Ambiental, e em algumas situações, através do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade. Algo que pode estar se refletindo na formação dos seus licenciandos.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas é cada vez mais observado o aumento dos danos ao meio ambiente, com seus efeitos incidindo sobre toda a sociedade, ainda que, em dimensões e responsabilidades variadas. Tais danos e suas proporções vêm sendo comumente chamados de crise ambiental, o que não se resume apenas a uma crise ecológica, devendo ser encarada segundo a complexidade dos fatores envolvidos, principalmente pelos desequilíbrios dos sistemas econômicos, políticos, sociais e éticos. O meio ambiente precisa então, ser compreendido de maneira holística, ou seja, caracterizado substancialmente, pelas relações **entre** a sociedade e a natureza, pois é preciso reconhecer que os seres humanos fazem parte do meio (ROLOFF, 2011).

Por ser uma Ciência relacionada à natureza e reconhecendo-se a importância e a necessidade de se buscar soluções para problemas ambientais, a Química tem tido papel importante na geração de alguns problemas associados à poluição da natureza (MOZETO; JARDIM, 2002). Tendo, entretanto, igual importância e responsabilidade na busca de soluções parciais ou definitivas para esses problemas ambientais, o que envolve o desenvolvimento de novas práticas químicas. Algumas já vêm sendo investigadas e praticadas, a exemplo daquelas orientadas pelos princípios da Química Verde (QV) (ANASTAS; WARNER, 1998), ainda que incipientes na formação dos Químicos e principalmente de professores de Química (MARQUES *et al.*, 2007; ZUIN, 2008).

Nesse aspecto, segundo Lima (2004), muito tem sido falado, escrito e praticado a respeito da relação entre a crise ambiental e a educação, problematizando-se o papel e as contribuições do ensino na busca de respostas e soluções para os problemas socioambientais. Inseridos nesse contexto, também os cursos de formação dos profissionais da área da Química precisam buscar orientações visando à abordagem de temáticas ambientais em seus currículos, sem desconsiderar, entretanto, o que já se

encontra na literatura (com muitas reflexões e propostas) que têm se pautado, por exemplo, na perspectiva da Educação Ambiental Crítica (EA), da Química Ambiental (QA) e da Química Verde - incluindo as que adotam mais explicitamente o enfoque CTS, ainda que estas contenham diferenças teóricas entre si.

Apesar da QV não se limitar a postulados éticos, estes vêm merecendo reconhecimento prático, pois têm orientado um novo pensar e fazer dos químicos, balizando a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e geração de substâncias nocivas ao meio ambiente (MACHADO, 2004; CORRÊA; ZUIN, 2009). Uma postura ética, científica e de aplicação industrial que visa à proteção ambiental, por exemplo, limitando ou impedindo a dispersão de resíduos, de modo a prevenir a disseminação de poluentes e contaminantes tóxicos no ambiente.

Também a Química Ambiental tem colaborado, historicamente, com o estudo das questões do ambiente, investigando processos químicos e das mudanças que ocorrem no meio ambiente, que podem ser de origem natural ou antrópica, visando, assim, entender a química **do** ambiente (MACHADO, 2004). Portanto, tem como um dos seus objetivos proporcionar a melhoria da qualidade de vida no planeta, buscando desenvolver procedimentos, técnicas e ferramentas para a detecção de resíduos tóxicos emitidos no meio ambiente, identificando as causas e os problemas derivados dos processos químicos e suas tecnologias, colaborando com a criação de ferramentas para o tratamento e remediação para tais problemas (LEAL; MARQUES, 2008).

Em dimensão mais abrangente do ponto de vista das áreas do conhecimento e práticas sociais, a Educação Ambiental, particularmente a EA Crítica (CARVALHO, 2004), tem se constituído em uma importante vertente - baseado na ética ambiental - para orientar decisões sociais e mudanças nos estilos de vida dos indivíduos, mais especificamente na compreensão sobre as relações entre a sociedade e a natureza.

Perpassando tais vertentes da Química e da educação nos estudos das questões ambientais, está um ensino pautado no enfoque CTS, como o caracterizado e defendido por Auler (2007), que busca preparar os alunos para o exercício da cidadania, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos para atuação no contexto social e não apenas motivacional. Sendo assim definida, uma educação Química desenvolvida a partir dessa perspectiva poderia favorecer um entendimento crítico sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, e como estas têm interferido no ambiente. Portanto, um ensino de Química que favorece leituras críticas *sobre e a partir da* realidade socioambiental.

Considerando este cenário, o presente trabalho teve como objetivo principal investigar em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas em disciplinas de cunho Ambiental (ou de nomenclatura afim) em cursos de Licenciatura em Química de Instituições Públicas de Ensino Superior (IES), das regiões Sul e Sudeste do Brasil.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na pesquisa<sup>1</sup> foram analisados planos de ensino e/ou ementas de cursos de Licenciatura em Química de IES das regiões Sul e Sudeste, totalizando nove

---

<sup>1</sup> O presente trabalho se insere em um projeto de pesquisa mais amplo (Projeto Universal 473341/2008-5 CNPq, 2008-2010), intitulado "**As questões ambientais nos Cursos de Licenciatura em Química no Brasil: perspectivas, avanços e desafios**" desenvolvido pelo Grupo de Investigação no Ensino de Química - (GIEQ-UFSC), e fez parte da dissertação de mestrado da autora do presente trabalho, disponível em <[www.ppgect.ufsc.br](http://www.ppgect.ufsc.br)> .

instituições públicas, perfazendo 12 cursos, dado que algumas dessas instituições possuem curso de Química diurno e noturno, com estruturas curriculares diferenciadas. A partir deste refinamento inicial, selecionamos disciplinas em cuja denominação constava o termo Ambiental ou alguma palavra que remetesse ao ambiente, como toxicologia, poluição e remediação, por exemplo, o que resultou num total de quinze (15) disciplinas. A fase seguinte constituiu-se na realização de entrevistas semiestruturadas - pelo menos uma por IES de cada Estado - com os professores responsáveis pelas disciplinas selecionadas.

As entrevistas foram submetidas aos procedimentos da análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007). Esta metodologia analítica constitui-se de três etapas: unitarização, categorização e comunicação. Na primeira etapa ocorre a fragmentação dos textos em unidades de significado, que posteriormente, na etapa de categorização são agrupadas de acordo com suas semelhanças semânticas. Na comunicação são elaborados textos descritivos e interpretativos em cada uma das categorias.

Aqui apresentamos apenas as subcategorias que compõem uma das categorias resultantes da investigação<sup>2</sup>, a saber, “Sinergias na Abordagem Ambiental em Sala de Aula”, a qual agregou as ideias e proposições dos docentes sobre suas perspectivas de abordagem das questões ambientais nas disciplinas dos cursos analisados. Nessa apresentação reportamos e discutimos apenas alguns fragmentos extraídos das falas dos entrevistados considerados mais significativas e que melhor ilustram essas ideias. As subcategorias foram assim denominadas: *O Aporte da Educação Ambiental e da Química Ambiental no Tratamento de Questões Ambientais; Aproximações entre Química Verde e Química Ambiental; Possíveis Interfaces entre a Perspectiva da Educação Ambiental e os Enfoques da Química Verde e Ambiental; e A Importância do enfoque CTS nos Estudos sobre a Relação da Química com o Ambiente.*

## **O APORTE DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DA QUÍMICA AMBIENTAL NO TRATAMENTO DE QUESTÕES AMBIENTAIS**

Ainda que tenham reconhecido a necessidade e a importância de se articular diversas áreas do conhecimento e suas perspectivas de ensino, alguns professores investigados relataram e defenderam a importância de se articular, preponderantemente, os estudos historicamente desenvolvidos pela área da QA com os ensinamentos derivados da EA, de modo a direcionar a prática docente na abordagem de questões ambientais.

Quando eu dou uma aula de Química Ambiental eu tô preocupada em falar com químicos ou pessoas ligadas à Química [...], e metade do curso, metade é exagero, um terço do curso que eu dou é Educação Ambiental, por quê? Porque eu **vou falar sobre legislação**, porque eu acho que o químico ambiental ele tem que ter essa formação de Educação Ambiental também, e na Educação Ambiental a gente discute uma coisa que não tem nada a ver com Química, [...] agora é claro, **quando tu fala em Educação Ambiental tu tá indo, além disso**, né, tu passa pela formação de, sei lá, **higiene, segurança, têm outros conceitos que não são necessariamente conceitos vistos em Química Ambiental [...]** (P2 – grifos nossos).

<sup>2</sup> As categorias se encontram descritas e analisadas na dissertação de mestrado referida na nota anterior.

Através do relato de sua prática, o docente revela não conseguir e, tampouco desejar desvincular o ensino da Química Ambiental de assuntos e abordagens mais abrangentes que, segundo ele, passam pelos ensinamentos da EA, uma formação mais ampla e não restrita a saberes químicos. Pelo que explicita e deixa entrever, considera que, para atuar no meio ambiente é preciso utilizar saberes e práticas derivadas de outras áreas, como aqueles derivados da Economia, da Sociologia e da História. Sua prática pode estar sendo influenciada por um entendimento mais abrangente de meio ambiente, confirmada tanto por adotar a EA associada à QA, quanto pela relação de conteúdos que trabalha na sua disciplina de QA, que se associa ao reconhecimento (ainda que implícito) do alcance da EA.

Lorenzetti e Delizoicov (2009) 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 um melhor relacionamento com o mundo, e apontam que isso se dá pelo viés holístico da EA. Reconhecem o aporte da EA para o desenvolvimento de ações efetivas e tomada de decisões que favoreçam o entendimento de que os indivíduos encontram-se inseridos no meio, e que este é constituído pela interação e inter-relação entre os componentes físicos, biológicos, sociais, culturais, econômicos e políticos. Portanto, assim entendida, EA possui uma perspectiva interdisciplinar do processo educativo.

Nesse sentido, acreditamos que com tal compreensão, esse docente formador, possa estar despertando em seus licenciandos tanto uma consciência crítica sobre o fazer científico quanto uma formação cidadã mais ampla para uma atuação em prol do ambiente. Mas isso é possível, antes de tudo, porque encontra coerência nos conteúdos que põe para discussão, estudo e na sua própria prática pedagógica.

Essa influência de uma visão de meio ambiente globalizante no tratamento da temática ambiental pela Química também foi identificada na fala de outro professor:

Era só da Química Ambiental mesmo [referendo-se a abordagem de questões ambientais em outra disciplina de seu curso], não tinha tantas relações econômicas, políticas etc. Agora, a [nome da disciplina], a gente trazia textos que questionavam até as **ideias de reciclagem** né, se discutia este tipo de coisa, **tinha uma parte muito grande do curso voltada para Educação Ambiental, mas as ideias bem fundadas, bem gerais da Educação Ambiental que é uma ideia de mudança de comportamento, de mudança de posicionamento, até no mundo**, no sistema produtivo, questionamento do sistema produtivo. Isso também pegava pros alunos, eles achavam que era mais um discurso político. [...] (P8 – grifos nossos).

Assim como o depoimento anterior, esse formador percebe que o trabalho desenvolvido em associação entre a QA e a EA seria indispensável a um ensino mais abrangente, que insira diferentes dimensões na formação dos futuros professores de Química. Na disciplina que ministra, trata de questões atreladas à EA, associando-as a questionamentos sobre os sistemas produtivos, relações econômicas e comportamentos sociais. O professor, mesmo demonstrando preocupação em abordar tais importantes aspectos, valorizando, portanto as contribuições críticas que adviriam da EA acaba deixando de enfatizar, por exemplo, o problema relacionado ao padrão de consumo da população — em partes excessivas e também associadas a próprio sistema de produção. Aspecto não pouco relevante, pois apesar de, muitas vezes, serem responsáveis pela produção das condições básicas de sobrevivência da sociedade, a definição e as mudanças nesses sistemas de produção e consumo estão vinculadas a variáveis políticas e econômicas. Logo, problematizar tais aspectos e suas relações com a ciência/Química seria uma forma de também promover nos estudantes

algum tipo de mudança comportamental, além de um entendimento mais fundamentado do que seja uma EA.

O docente ainda destacou que seus alunos percebem as discussões em torno das questões ambientais como meros discursos políticos, expressando implicitamente certo juízo depreciativo sobre a política e de sua pouca eficácia prática. Posições que abrem uma oportunidade de estabelecer com os licenciandos uma problematização sobre transformações que são almejadas social e individualmente, enfatizando-se o papel que a ciência pode desempenhar nesses processos, especialmente em temáticas envolvendo o meio ambiente.

Outro formador entrevistado também afirma trabalhar concomitantemente com as duas vertentes, isto é, da EA e da QA, mas exclui trabalhar com a QV

[...] **não entro assim muito em detalhes em Química Verde**, questões específicas, assim, **taxadas de Química Verde**, [...]. Eu falo mais de Química Ambiental e Educação Ambiental [...] (P5 – grifos nossos).

Assim, além de afirmar trabalhar com a QA e a EA, deixa explícito que estas se diferenciam da QV, incluindo a ressalva: "das taxadas de QV", como que querendo dizer que, nem tudo o que assim se intitula de fato o é. Aspecto que merece aprofundamento, considerando que outros docentes entrevistados vislumbraram interfaces entre as três vertentes, com sinergias positivas e complementares.

Outro professor entrevistado, ao ser questionado sobre o tipo de perspectiva que adota em suas aulas para articular a QA com a EA, acabou indicando temas e formas para isso, como se pode identificar a seguir:

[...] dentro da [nome da disciplina] eu **entro** dentro com a Educação Ambiental e **com a legislação ambiental também, pra eles interpretarem** o que eles acharam e **tentar descobrir ou se conscientizar o que foi que causou aquele problema**, [...] e como deveria ser **os procedimentos** dentro da comunidade, dos políticos **pra resolver o que a química analítica mostrou de errado**, ou continuar o que tá sendo certo. Então **a educação ambiental entra depois da análise feita** né, junto com a legislação ambiental, [...]. Então eu vejo toda ligação da química ambiental com a educação ambiental, desde que a educação ambiental venha depois do resultado feito [...] (P1 – grifos nossos).

É possível inferir um entendimento em que a EA teria um papel de instrumento auxiliar para interpretar informações não técnicas, as quais são previamente advindas do processo analítico, ou da Química Analítica. Assim, a EA poderia auxiliar na conscientização dos alunos, por meio dos marcos regulatórios (citando a legislação ambiental), dando sentido legal ao que os dados técnicos mostraram previamente. Em primeiro lugar, essa manifestação associa as atividades desenvolvidas pela QA àquelas derivadas da própria Química Analítica, algo já sublinhado por Mozeto e Jardim (2002). De resto, quanto ao papel complementar dado à EA - no caso, instrumento auxiliar na interpretação de dados quantitativos obtidos por meio de análises de contaminantes dispersos no ambiente -, parece ser um bom exemplo de como esta é socialmente vista, isto é, como campo de conhecimentos que ajuda no desenvolvimento de novas condutas e valores que resultem em mudanças atitudinais e comportamentais em prol do meio ambiente (CARVALHO, 2004). O entendimento expresso, por esse e outros professores formadores, corrobora ainda com o expresso por Cortes Jr e Col. (2009), pois:

Para que os futuros professores de Química sejam capazes de utilizar seus conhecimentos e criatividade para aprimorar e gerar novas metodologias de

ensino de Química via Educação Ambiental, ou seja, educar na direção de um processo contínuo e permanente de transformação de valores, atitudes e posicionamentos relacionados à integração do ser humano e ambiente, acreditamos que eles deverão trabalhar por meio dos conhecimentos da Química Ambiental (CORTES JR; CORIO; FERNANDEZ, 2009, p.47).

Os autores trazem a tona um aspecto importante, envolvendo a necessária articulação entre essas duas perspectivas para aprimorar e gerar novas metodologias de ensino de Química. Nesse sentido, se consideramos simplificadamente que a EA tem como foco o estudo do meio - em sentido amplo, incluindo o socioambiental -, enquanto que na QA o foco de estudo recai sob os conhecimentos químicos relativos ao meio, uma perspectiva de abordagem que associe os conhecimentos químicos do meio ambiente ao desenvolvimento de atitudes e valores, poderia contribuir para uma educação voltada à sustentabilidade, através de uma “Educação Química Ambiental” (CORTES JR; CORIO; FERNANDEZ, 2009). Um novo e grande desafio, que passa a buscar a formação de químicos que não apenas se preocupem com a remediação dos danos causados pela poluição, mas sim sejam formados na perspectiva de se evitar a produção de substâncias que venham a prejudicar o meio ambiente. Aspecto último que tem marcado mais intensamente o campo de produções, conhecido como Química Verde.

#### **APROXIMAÇÕES ENTRE QUÍMICA VERDE E QUÍMICA AMBIENTAL**

Acreditamos que os futuros professores de Química necessitam estar preparados para a complexidade na abordagem e tratamento envolvendo as questões ambientais contemporâneas, as quais coenvolvem os sistemas sociais, econômicos e naturais. Algo que requer, no campo da Química (pesquisa e formação), o domínio e utilização tanto de suas produções científicas historicamente elaboradas quanto do desenvolvimento de novas técnicas e processos que considerem a salvaguarda do ambiente. Conhecimentos necessários, por exemplo, sobre o comportamento de substâncias em processos que ocorrem **no e para** o ambiente. Algo que tanto a área<sup>3</sup> da QA como a da QV têm se dedicado a pesquisar (MACHADO, 2004); e que são imprescindíveis enquanto objetos de estudo em disciplinas que tenham como objetivo o estudo do ambiente.

Talvez, amparado nesse entendimento, um formador afirma associar estas duas vertentes quando “No contexto da disciplina de Química Ambiental, *trabalho principalmente com aspectos relacionados à Química Ambiental e Química Verde [...]*” (P4 – grifo nosso). No entanto, ao ser questionado a respeito das referências utilizadas para associar as duas perspectivas em situações de sala de aula, acabou por não justificar sua opção. Ainda que esta seja possível por meio do entendimento sobre o 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 de bancada e em escala industrial - possam ser menos impactantes, tanto do ponto de vista de demanda energética, como do potencial poluidor. A Química Ambiental é uma ciência que transcende em muito as questões vinculadas à poluição ambiental (P4).

<sup>3</sup> De acordo com a IUPAC, nem a QA nem a QV são consideradas como uma área ou divisão interna da Química, portanto área, aqui, tem o sentido de aglutinação de temas de pesquisa e práticas químicas comuns dentro do coletivo dos químicos. Informações disponíveis em: <<http://www.iupac.org/web/ins/303>>.

A Química Ambiental pode ser definida de várias maneiras, desde entendimentos que a reduzem ao tratamento da poluição àqueles que a percebem como a Química dos processos naturais, isto é, dos processos que ocorrem no ar, na água e no solo (CORTES JR, 2008). Todavia, segundo Leal e Marques (2008) uma forma de encarar as relações entre a Química e a problemática ambiental pode se dar por meio de dois vieses: o da Química **do** ambiente e o da Química **para** o ambiente. A Química **do** ambiente está voltada para o conhecimento e identificação de problemas ambientais causados pela Química e suas tecnologias, além de produzir ferramentas para o seu tratamento. Já a Química **para** o ambiente, busca mudar a maneira como o conhecimento químico é construído e praticado, em que a ciência passa a ser entendida como uma atividade humana não neutra, além de cultural e histórica. Dessa forma os problemas causados pelos impactos das atividades químicas na natureza seriam prevenidos (*ibidem*, p.31). A esses entendimentos, acrescentamos ainda, o da Química **no** ambiente, onde os problemas ambientais causados por ações antrópicas de lançamento e dispersão de substâncias químicas no ambiente, são estudados buscando-se tanto diminuir os riscos como sanear os danos causados.

Apesar de se reconhecer a necessidade do tratamento dos temas e problemas derivados da Química **do** ambiente, julgamos necessário ir mais além, na direção de uma formação holística. E nesse sentido a QA tem muito a contribuir, pois

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 (SILVA; ANDRADE, 2003, p.3).

O mesmo raciocínio se pode aplicar ao se falar sobre a QV. Mesmo que o termo "prevenção" possa também ser adotado pela QA, esse parece ser o princípio balizador ou postulado que mais tem identificado a QV, inclusive enquanto uma componente transversal da Química (ANASTAS *et al.*, 1999; IUPAC<sup>4</sup>) que articula um conjunto de outros princípios e práticas químicas visando à salvaguarda do ambiente. Os processos de prevenção apresentados como QV são identificados como os que incorporam alguns de seus princípios (quicá algum dia todos) no desenvolvimento de tecnologias limpas e ambientalmente sustentáveis, em todas as atividades e na produção química, de modo que a produção de rejeitos indesejados é minimizada e/ou eliminada (MACHADO, 2004).

## **POSSÍVEIS INTERFACES ENTRE A PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E OS ENFOQUES DA QUÍMICA VERDE E AMBIENTAL**

Para um químico, principalmente em formação, torna-se essencial compreender também sua função social, sobre suas atividades profissionais, cujas ações podem trazer consequências para o meio ambiente. É necessário que saiba identificar os elementos "[...] técnico-científicos, éticos e culturais mais significativos sobre a relação entre os problemas ambientais e sua associação com as atividades químicas" (MARQUES *et al.*, 2007, p. 2051). Mais recentemente, como já salientado, vem se advogando que estes aspectos podem ser proporcionados, seja pelos princípios, seja pelos conhecimentos produzidos pela QV, especialmente se agregados aos da QA. Todavia, parece ser ainda importante para alguns formadores entrevistados que a

<sup>4</sup> Vide nota anterior.

essa ideia também se associe, a QV e a QA, os temas e perspectivas da EA no processo de formação dos químicos, independentemente de sua área de atuação. Especialmente em considerando a necessidade de se educar para que as ações entrópicas visem à prevenção e salvaguarda ambiental. Isto, então, se daria pelo aperfeiçoamento e ampliação das interfaces entre as três perspectivas aqui destacadas. Considerações que foram, de certo modo, diagnosticadas e ilustradas pela fala do formador, que assim as expõe:

Olha, a nossa **disciplina** ela é **predominantemente de Química Ambiental**, mesmo porque a ementa diz isso. O tempo disponível é quase que insuficiente para uma Química Ambiental introdutória né, então assim, **princípios de atuação responsável [...]a importância da evolução do pensamento como direcionador de atitudes**, que levam a um **ou outro comportamento** né, ele **é abordado**. Então 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** né, **já temos os filósofos da Educação Ambiental** né, **os princípios**, eu diria assim, que **é um curso importante para alguém que queira aprender Química Ambiental**, tá a Educação Ambiental, talvez não seja nem uma tarefa que nos cabe né, na nossa própria formação, eu acho que caberia realmente pra um educador ambiental, mas é uma disciplina que propicia conhecimentos importantes para a Educação Ambiental, é **uma disciplina que propicia conhecimentos importantes para quem vai realmente praticar uma Química Verde**, [...] (P6 – grifos nossos).

Embora aponte que o foco da disciplina (ementa) é o ensino da Química Ambiental e, portanto não trabalha especificamente com a EA, o professor indica trabalhar outros conteúdos importantes para uma educação ambiental (como, princípios de atuação responsável), cujo objetivo seria propiciar evoluções do pensamento para que ocorram mudanças atitudinais e comportamentais de seus alunos no que tange à relação com o meio ambiente. Considera, todavia, a EA uma disciplina específica - oferecida por filósofos da EA, enquanto possuidores de uma formação acadêmica específica - para trabalhar com princípios e na formação de um educador ambiental e uma disciplina que "propicia conhecimentos importantes para quem vai realmente praticar uma Química Verde". Algo que nos parece exprimir o entendimento sobre possibilidades que favorecem a interface integrativa dessas três perspectivas de se trabalhar temas e situações ligadas ao meio ambiente.

Em certa medida, observações similares foram também identificadas na fala de outro professor, que expõe:

A visão que tenho que ministrar a **Química Ambiental** é [que é] mais fácil mostrar todos os aspectos, as reações químicas e tudo que acontece no ambiente com relação a esses poluentes. [...] Então a minha preocupação é mostrar o dia a dia pra cada aluno, em termos do que pode acontecer com esses poluentes no ar, e no solo e na água. É porque você vai trabalhar com quantidades pequenas, **na verdade você vai ligando tudo, na medida em que você tá educando o aluno a trabalhar com as micro quantidades né. Na Química Verde você também tá educando ele né, no aspecto da Educação Ambiental** e ao mesmo tempo você vai dizer por que, você tem que explicar quimicamente o que acontece, se você trata com muitos reagentes né [...] (P7 - grifos nossos).

Embora sua fala se concentre mais em definir o campo de atuação e o papel da QA (por trabalhar com as micro quantidades e serviria de aporte a QV para uma EA) dentro do conjunto de possíveis disciplinas, conteúdos disciplinares ou áreas de



estudo, relativas tanto a Química como a Educação (por meio da EA), o formador parece se abrir à existência de interfaces colaborativas entre essas três perspectivas para os estudos de questões ambientais pela Química.

Entretanto, há que se considerar que as visões mais restritivas sobre os objetos e campos de estudo da QA, na medida, por exemplo, que ela relaciona o estudo ao que acontece **no** ambiente (ação de poluentes no ar, solo e água) pode aproximar ou expressar uma visão naturalista de meio ambiente – onde o meio ambiente é considerado como sinônimo de natureza intocada, evidenciando-se o espaço onde habitam os seres bióticos e onde são inseridos os elementos abióticos, como a água, o solo e o ar, ou seja, o meio natural (REIGOTA, 1997). Tal ressalva busca apenas alertar para a predominância, por exemplo, de um entendimento acerca do papel da Química que se concentraria na remediação de problemas ambientais.

Entendimentos como este provavelmente gerariam dificuldades nos licenciandos para que percebam a necessidade de aprendizagem de conteúdos para a realização de processos químicos preventivos em relação à geração de problemas ambientais; no caso, derivados da poluição por resíduos formados. Neste sentido, Marques e Cols. (2007) expõem também sobre a necessidade de uma educação que vá além do desenvolvimento de valores e atitudes individuais, como positivamente enfatizados pela EA, e que apoie e organize em processos que favoreçam o domínio de conhecimentos científicos.

De modo geral, os entendimentos apresentados por esses dois professores formadores podem estar favorecendo o desenvolvimento de concepções mais abrangentes em seus licenciandos em Química, indo em direção a práticas mais sustentáveis no que diz respeito às questões ambientais. Afinal, como já salientamos, as crenças e o modo de entender os problemas pedagógicos relacionados aos conteúdos de ensino por parte dos docentes acabam por refletir em suas práticas de ensino. Seus discursos deixam clara a importância da utilização de conhecimentos e técnicas da QA, em conjunto com a EA e com a QV. A associação dessas diferentes vertentes em cursos de formação de professores poderia favorecer a abordagem crítica e transformadora, a tomada de decisões e ações embasadas nos conhecimentos da ciência. Algo que vem enfatizado pelas discussões sobre o ensino de ciências baseado no enfoque CTS.

## **A IMPORTÂNCIA DO ENFOQUE CTS NOS ESTUDOS SOBRE A RELAÇÃO DA QUÍMICA COM O AMBIENTE**

O enfoque CTS tem sido apresentado como uma possibilidade curricular e pedagógica para a abordagem de questões envolvendo a natureza do conhecimento científico e tecnológico e seus papéis na sociedade. Estes, associando ou já incluindo aos conhecimentos ligados ao meio ambiente, forneceriam meios ao educando 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 (AULER, 2007).

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

[...] **eu falo na parte de tecnologia** né, 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 né, da atmosfera, do mar, do solo e depois o que a gente retorna pra esses ambientes é resíduo né. **A gente procura tirar daí é o máximo possível de benefícios nosso, e faz as modificações por meio de tecnologia pra gerar objetos e produtos que sejam pro nosso benefício, único exclusivamente pro nosso benefício.** (P3 – grifos nossos).

A perspectiva de abordagem parece estar diretamente associada à sua compreensão sobre como a ciência Química se relaciona com o ambiente: gerando benefícios a sociedade, mas produzindo resíduos. Para tanto, enfatiza a dimensão e a responsabilidade tecnológica sobre os processos de transformações na matéria, objeto de estudo tanto da Química acadêmica como industrial. De certo modo aponta para uma crítica, frisando que, há algumas décadas atrás, a tecnologia era desenvolvida de costas para o ambiente; sem se preocupar com os resíduos gerados.

Outro aspecto na compreensão do entrevistado parece a de que mais ciência e tecnologia não necessariamente significam mais qualidade de vida, talvez considerando que muitas vezes o ser humano pensa e desenvolve produtos somente em prol de seus benefícios, sem levar em consideração as inter-relações entre as partes que constituem a totalidade ambiental. Visão que corrobora com a crítica feita por Auler (2007) à visão linear e salvacionista da ciência e tecnologia. Mas o professor parece também reconhecer a necessidade de se problematizar a tecnologia, seu uso e desenvolvimento, pois a julga como indispensável ao bem-estar dos seres humanos e a toda a sociedade.

É possível, então, inferir que os futuros professores de Química, em suas respectivas instituições, podem estar recebendo uma formação em que, não só os aspectos essenciais à preservação do meio ambiente são problematizados, como também o papel da ciência e da tecnologia no desenvolvimento social e econômico. Em tal processo é que a utilização de conhecimentos químicos seriam, então, colocados em benefício do meio.

A abordagem das questões envolvendo a QA, EA e QV potencialmente podem reclamar a adoção do enfoque CTS, ainda que suas diferentes perspectivas teóricas possam implicar diferentes resultados em relação às implicações sociais (e ambientais) da ciência e da tecnologia. Algo que merece ser aprofundado, principalmente na formação de professores.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao buscar compreender, por meio do currículo (oculto e prescrito), em que perspectiva as questões ambientais vêm sendo abordadas em disciplinas de Química Ambiental e afins, em cursos de Licenciatura em Química de Instituições das regiões sul e sudestes do Brasil, a pesquisa trouxe a tona uma coisa muito simples, mas nem por isso menos importante: a certeza de que as questões ambientais estão sendo abordadas nas disciplinas dos cursos investigados. Embora tenhamos encontrado um baixo número de disciplinas que especifiquem em sua nomenclatura uma intencionalidade explícita em que as abordam.

De outra parte, dado que eles buscam articular diferentes perspectivas no tratamento e na abordagem das questões ambientais em sala de aula, é possível inferir ainda que exista alguma preocupação em fornecer uma formação mais ampla aos seus licenciandos.

Indiscutivelmente, as expressões de interesse e o relato das experiências sobre a abordagem de questões ambientais girou em torno, principalmente, da denominação Química Ambiental, que em alguns casos coincide com a própria disciplina. Designação que pode estar refletindo uma tradição dentro da Química, isto é, a sua compartimentalização em áreas especializadas e disciplinares (Química Orgânica, Inorgânica, etc.). Nesse sentido, é necessário considerar que frequentemente o foco principal da QA tem sido como já salientado, o estudo das partes que constituem o meio natural e a avaliação dos impactos ambientais causados por ações antrópicas. Ainda assim, se forem associados aos princípios e ao foco principal dos estudos, pesquisas e produtos da QV, qual seja, o da prevenção ambiental, acreditamos que o exemplo dessas disciplinas pode vir a se constituir em modelos de como se possa avançar na organização e prática curricular-pedagógica nos cursos de Química. Em outras palavras, como se tem buscado — através de diferentes aportes teórico-práticos, mas em especial com o da Química Verde, que é mais recente em nosso meio acadêmico — dar um novo direcionamento às atividades formativas no campo da Química.

A utilização do corpo de conhecimentos e práticas da QA, da EA, e da QV, para a abordagem de questões ambientais, pode vir assegurar que os alunos das licenciaturas recebam um conjunto de conhecimento sobre processos químicos que ocorrem *no* e *com* o meio ambiente, portanto naturais ou não, aprendendo sobre formas de remediação e de prevenção. Neste caso, estes conhecimentos estariam sendo proporcionados especialmente (mas não só) pela disciplina Química Ambiental, por ser esta uma disciplina mais tradicional e frequente nos currículos de Química.

Por fim, os investigados relatam ainda sobre a necessidade da abordagem das questões ambientais associada a uma educação ambiental, muitas vezes relacionada com a disciplina Educação Ambiental. Já outros apontaram para uma abordagem envolvendo outras perspectivas a exemplo da QV e do enfoque CTS. De forma que encontramos importantes indícios de que a formação inicial de professores de Química, nas regiões sul e sudeste do país, oferece oportunidades aos alunos de discutir a relação entre a Química e as questões ambientais, articulando conhecimentos científicos a aspectos econômicos, sociais, culturais e políticas implicadas e imbricadas na problemática ambiental.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq e aos docentes que aceitaram participar da pesquisa.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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

ANASTAS, P. T., WILLIAMSON, T. C., HJERESSEN, D., BREEN, J. J.: Promoting Green Chemistry initiatives. **Env. Sc. Technol.** 33, 116A-119A, 1999.

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

CARVALHO, I. C. de M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2004. 256 p.

CORTES JUNIOR, L. P. **As Representações Sociais de Química Ambiental: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) USP, 2008.

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

LEAL, A.L.; MARQUES, C.A. O conhecimento químico e a questão ambiental na formação docente. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 30-33, ago. 2008.

LIMA, G. F. C. Educação, Emancipação e Sustentabilidade: em Defesa de uma Pedagogia Libertadora para a Educação Ambiental. *In*: LAYRARGUES, P. P. (coord.). **Identities da educação ambiental brasileira. Ministério do Meio Ambiente.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

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

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

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

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva.** Ijuí: Editora Unijuí, 2007. 224 p.

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

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social.** 2 ed. São Paulo: Cortez, 1997. 87 p.

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

SILVA, L. A.; ANDRADE, J. B. de. Química a serviço da humanidade. **Química Nova na Escola**, Cadernos Temáticos, p. 3-6, 2003.

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