



## ANÁLISE DE CONCEPÇÕES DE DISCENTES DO CURSO DE LICENCIATURA SOBRE QUÍMICA VERDE

Letícia Bispo da Rocha<sup>1</sup>  
Bárbara Luisa Soares dos Reis Santos<sup>2</sup>  
Ângelo Francklin Pitanga<sup>3</sup>

### RESUMO:

Nos últimos anos, as questões ambientais têm sido de grande importância no cenário mundial. Assim, a Química Verde (QV) surgiu na década de 90, voltada para a indústria, a fim de buscar alternativas de evitar a poluição, onde sustenta-se em seus doze princípios, dos quais, a prevenção é considerada a mais importante. Porém, observa-se uma ampliação, por parte da presença da QV na Educação em química. Como forma de conscientizar e fazer refletir sobre as questões ambientais de maneira holística e crítica e as relações entre as atividades humanas e os impactos no ambiente natural. Desenvolveu-se uma pesquisa qualitativa, com oito licenciandos em química, com questionário, dissertação e desenhos confeccionados pelos alunos foram os instrumentos utilizados. E para análise utilizou-se como categorias as três macro-tendências político-pedagógicas propostas por Layrargues e Lima (2014), a saber: Conservacionista, Pragmática e Crítica. Os dados obtidos apontam para a predominância das concepções categorizadas na macro-tendência conservacionista.

**Palavras chave:** Química verde. Formação docente. Questões ambientais.

38

## ANALYSIS OF CONCEPTIONS OF STUDENTS OF CHEMISTRY ABOUT THE GREEN CHEMISTRY

### ABSTRACT:

In recent years, environmental issues have been of great importance on the world stage, so Green Chemistry (GC) emerged in the 1990s focused on industry in order to seek alternatives to avoid pollution, and is underpinned by its twelve principles, in which Prevention is considered the most important. However, an increase is observed, due to the presence of GC in Education in chemistry. As a way of conscientizing and reflecting on environmental issues in a holistic and critical way and the relationships between human activities and impacts on the natural environment. A qualitative research was developed, with eight chemistry graduates. Questionnaire, dissertation and drawings made by students were the instruments used. For analysis, the three political-pedagogical macro-trends proposed by Layrargues and Lima (2014), namely Conservationist, Pragmatic and Critical, were used as categories. The data obtained point to the predominance of conceptions categorized in the conservationist macro-trend.

**Keywords:** Green chemistry. Teacher training. Environmental issues.

<sup>1</sup> Licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo. Especialista em Educação em Química pela Faculdade Pio Décimo. <leticiaroabd@gmail.com>

<sup>2</sup> Licenciada em Química pela Faculdade Pio Décimo. Especialista em Educação em Química. Mestranda em Química na Universidade Federal de Sergipe. <barbaraluisars@gmail.com>

<sup>3</sup> Licenciado e Mestre em Química (UFS). Doutor em Educação (UFS). Docente do Instituto Federal da Bahia (IFBA). <afpitanga2@gmail.com>

## INTRODUÇÃO

A Química tem grande importância no dia-a-dia, pois ela está presente nos metabolismos funcionais de todos os seres vivos e em muitos produtos que são considerados fundamentais para as sociedades. Tal qual a sua importância e abrangência nas sociedades modernas que “a indústria química participa ativamente de quase todas as cadeias produtivas e complexos industriais, inclusive serviços e agricultura, desempenhando um papel de destaque no desenvolvimento das diversas atividades econômicas do mundo” (FARIAS; FÁVARO, 2011, p. 1089).

Contudo, nos últimos anos, a preocupação para com as questões ambientais tem aumentado. E isto se dá, principalmente, devido a atividade industrial, em consequência das transformações da forma de organizar a produção e reprodução da vida definidas pela Revolução Industrial no final do século XVIII, no qual tinha o modelo de produção articulado com a ciência moderna e promoveu o desenvolvimento econômico e científico em ritmo acelerado (TOZONI-REIS, 2006).

39

Nesse ínterim, as Indústrias Químicas ocupam posição central e são vistas como uma área que causa alguns danos ao meio ambiente, e que muitas vezes são até considerados como irreversíveis, ou que precisam de longo prazo para recuperação, pois são formados subprodutos tóxicos ou contaminantes indesejáveis. Diante disso, a pressão para com as Indústrias Químicas tem aumentado para que tomem iniciativas a fim de diminuir os impactos causados, e dessa pressão social fez então emergir, na década de 1990, dentre outras iniciativas a chamada Química Verde. Segundo Zandonai *et al.* (2013), os princípios da Química Verde partem de 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.

Os autores apontam a importância da QV, por tratar de questões ambientais emergentes na atualidade, assim discorrendo:

[...] introduzir os princípios da Química Verde por meio da reflexão acerca do conceito de sustentabilidade e do desenvolvimento de tecnologias e processos incapazes de causar poluição, e que, idealmente, evitam a necessidade de remediação de compartimentos ambientais impactados, pode cumprir um importante papel formativo (ZANDONAI, et al., 2013, p. 77).

Com base no exposto sobre as questões ambientais e as iniciativas da química, esta pesquisa tem por objetivo analisar as concepções de discentes de um curso Licenciatura em Química, oferecido pela Instituição de Ensino Superior, Faculdade Pio Décimo, no seu campus localizado no município de Aracaju/SE com relação à Química Verde.

## A QUÍMICA VERDE

Para traçar o percurso epistemológico da Química Verde, dentre vários acontecimentos podemos destacar três de suma relevância: O primeiro foi a realização da Conferência Científica da Organização das Nações Unidas sobre a Conservação e Utilização de Recursos (UNSCCUR) no ano de 1949, em Lake Success, EUA. Levantando o debate sobre as preocupações com as questões ambientais. O segundo se deu com a publicação do livro *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), de Rachel Carson em 1962, onde relata os efeitos adversos da má utilização dos pesticidas e inseticidas químicos sintéticos. O terceiro ocorreu no ano de 1968, que foi a Conferência da Biosfera, influenciando significativamente a publicação do Relatório Meadows, produzido Clube de Roma (FARIAS; FÁVARO, 2011; PITANGA, 2015).

No início da década de 90, surgiram medidas para o tratamento de resíduos químicos gerados pela indústria para reduzir a quantidade de poluentes como forma de prevenir a poluição, que segundo Machado (2011, p. 536) significou:

[...] Uma profunda mudança de paradigma de gestão ambiental, ao contrário das estratégias de controle de poluição clássicas, baseadas na retenção dos poluentes após a sua produção, visava privilegiar a alteração do processo químico e o aumento da sua eficiência para reduzir a quantidade de poluentes e resíduos formados nas instalações industriais.

De acordo com Lenardão *et al.* (2003), a QV surgiu em 1991, através do escritório de prevenção a poluição da Agência Ambiental norte-americana, Environmental Protection Agency (EPA), com o lançamento do programa *Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção de Poluição*, uma linha de financiamento para projetos de pesquisa que incluíssem a prevenção de poluição em suas rotas sintéticas. Em 1995, o Governo dos EUA instituiu o programa, *The Presidential Green Chemistry Challenge* (O Grande Desafio da Química Verde), com o interesse estimular a inovação química, simultaneamente com os objetivos da sustentabilidade ambiental e com os objetivos de caráter industrial e econômico (LENARDÃO *et al.*, 2003; GCEE, 2010; PITANGA, 2015).

Química Verde é o uso da Química para prevenir a poluição, mais especificamente, ela é o projeto de produtos e processos que são ambientalmente benéficos (HJERESSEN; SCHUTT; BOESE, 2000). De acordo com a GCEE (2010, p. 8) Química Verde é “um campo emergente que tem como objetivo final conduzir as ações científicas e/ou processos industriais ecologicamente corretos”. Além disso, objetiva a viabilização de processos e produtos de maneira a evitar ou minimizar o impacto negativo causado ao homem e ao meio ambiente (SOUSA-AGUIAR *et al*, 2014).

Um marco fundamental ocorreu em 1998, quando da publicação por Anastas e Warner dos chamados *12 Princípios da Química Verde* (quadro 1). Assim definidos por Hjeresen, Schutt e Boese (2000); Lenardão *et al.* (2003); Pitanga (2015); e, Prado (2003) sendo eles:

**Quadro 1** - Apresentação dos 12 princípios da Química Verde.

| PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE  |
|--|
| 1) <i>Prevenção</i> : é melhor prevenir a formação de subprodutos do que tratá-los posteriormente;   |
| 2) <i>Economia de átomos</i> : os métodos sintéticos devem ser desenvolvidos para maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos finais desejados;   |
| 3) <i>Sínteses com compostos de menor toxicidade</i> : sempre que possível deve-se substituir compostos de alta toxicidade por compostos de menor toxicidade nas reações químicas;   |
| 4) <i>Desenvolvimento de compostos seguros</i> : os produtos químicos deverão ser desenvolvidos para possuírem a função desejada, apresentando a menor toxicidade possível;  |
| 5) <i>Diminuição de solventes e auxiliares</i> : a utilização de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, etc) deverá ser evitado quando possível, ou usadas inócuas no processo;  |
| 6) <i>Eficiência energética</i> : os métodos sintéticos deverão ser conduzidos sempre que possível à pressão e temperatura ambientes, para diminuir a energia gasta durante um processo químico que representa um impacto econômico e ambiental;   |
| 7) <i>Uso de substâncias recicladas</i> : os produtos e subprodutos de processos químicos deverão ser reutilizados sempre que possível;  |
| 8) <i>Redução de derivativos</i> : a derivatização (uso de reagentes bloqueadores, de proteção ou desproteção, modificadores temporários) deverá ser minimizada ou evitada quando possível, pois estes passos reacionais requerem reagentes adicionais e, conseqüentemente, podem produzir subprodutos indesejáveis; |
| 9) <i>Catálise</i> : a aplicação de catalisadores para aumentar a velocidade e o rendimento dos processos químicos;  |
| 10) <i>Desenvolvimento de compostos para degradação</i> : produtos químicos deverão ser desenvolvidos para a degradação inócua de produtos tóxicos, para não persistirem no ambiente;  |
| 11) <i>Análise em tempo real para a prevenção da poluição</i> : as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos;   |
| 12) <i>Química segura para a prevenção de acidentes</i> : as substâncias usadas nos processos químicos deverão ser escolhidas para minimizar acidentes em potencial, tais como explosões e incêndios.  |

**Fonte:** Elaborada pelos autores (2017).

É relevante destacar os problemas relacionados a dificuldade penetração de uma visão sistêmica na utilização dos princípios de QV e, diante da contestação, Winterton, no ano de 2001, procurou ampliar as relações existentes entre a Química com a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável, ao publicar os *Segundos doze Princípios de Química Verde* (quadro 2), destinado estritamente aos profissionais das academias de Química, de modo especial, aos que trabalham com o desenvolvimento de moléculas, com a finalidade de auxiliar e planejar seus trabalhos na inclusão de dados para o desenvolvimento de projetos que facilitem aos demais profissionais avaliarem a possibilidade de minimizar os impactos dos descartes (WINTERTON, 2001).

O segundo grupo de doze princípios norteadores (quadro 2) propõe aos químicos a difícil tarefa de agregar informações que vão além do conhecimento da formação específica, e passem a nortear suas atividades também com a preocupação de incorporar algumas variáveis físicas (transferências de calor e massa, estimativas de perdas), em seus ensaios laboratoriais, que são atribuições exigidas aos especialistas em engenharia (ver princípio 19). Vê-se que o objetivo dessa ampliação centra-se na busca de solucionar um significativo problema que envolve as pesquisas realizadas em laboratório e as dificuldades encontradas em suas possíveis transposições para a escala industrial (PITANGA, 2015).

**Quadro 2 - Apresentação dos Segundos Doze Princípios da Química Verde**

| <b>OS SEGUNDOS DOZE PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE</b>   |
|---|
| 13) <i>Identificar e quantificar co-produtos (subprodutos e eventuais resíduos)</i> - Identificar os co-produtos e determinar as suas quantidades relativamente à do produto principal.   |
| 14) <i>Obter conversões, seletividade, produtividade etc.</i> - Para além do rendimento químico das reações de síntese, determinar métricas relevantes para a QV: seletividade, produtividade (eficiências atômicas e similares) etc.   |
| 15) <i>Estabelecer balanços materiais completos para o processo</i> - Especificar, quantificar e contabilizar todos os materiais usados na obtenção do produto final, incluindo auxiliares, nomeadamente solventes.   |
| 16) <i>Determinar as perdas de catalisadores e solventes nos efluentes</i> - Determinar as quantidades caudais dos fluxos de efluentes líquidos, sólidos e gasosos e as concentrações de reagentes auxiliares neles.  |
| 17) <i>Investigar a termoquímica básica do processo</i> - Avaliar e relatar as variações de entalpia das reações exotérmicas para alertar sobre eventuais problemas de liberação de calor com a mudança de escala.  |
| 18) <i>Considerar limitações de transferência de calor e de massa</i> - Identificar fatores que afetam a transferência de calor e de massa no escalonamento (velocidade de agitação ou de dispersão de gases, área de contato gás - líquido etc.).  |
| 19) <i>Visualizar as reações sob a perspectiva dos engenheiros químicos</i> - Identificar e compreender pontos de constrição para o escalonamento da química no desenvolvimento do processo industrial por estudo das várias alternativas de tecnologias disponíveis para implementar os contatos com engenheiros químicos. |

|   |
|---|
| 20) <i>Considerar a globalidade do processo industrial ao selecionar a química de base</i> - Avaliar o impacto das alternativas possíveis de todas as variáveis de processo (matérias-primas, natureza do reator, operações de separação etc.) nas operações para a química de base. Realizar experiências com reagentes comerciais que vão ser usados na fabricação. |
| 21) <i>Ajudar o desenvolvimento e aplicar medidas de sustentabilidade do processo</i> - Avaliar quantitativamente, na extensão possível, o grau de sustentabilidade do processo industrial (atividade ainda incipiente, mas com futuro).  |
| 22) <i>Quantificar e minimizar o uso de "utilidades"</i> - Dar atenção ao uso e minimização das "utilidades" e proporcionar informação que permita avaliar as respectivas necessidades logo no início do desenvolvimento do processo e ao longo do escalonamento da síntese.  |
| 23) <i>Identificar situações e incompatibilidade entre a segurança do processo e da minimização de resíduos</i> - Dar atenção à segurança do processo a desenvolver com base na síntese laboratorial e alertar para o fato de existirem restrições de segurança que limitam as condições de implementação da reação em escala industrial.                             |
| 24) <i>Monitorar, registrar e minimizar os resíduos produzidos na realização laboratorial da síntese</i> - Dar atenção pormenorizada e quantitativa aos resíduos produzidos na síntese laboratorial e lutar pela sua minimização.   |

**Fonte:** Winterton (2001).

No Brasil não existe atualmente uma política de incentivo ao desenvolvimento e implantação da química verde e a aplicação destes princípios ainda é vista como algo distante da realidade (LENARDÃO *et al.* 2003), mas apesar disso, o esforço para a implementação da Química Verde nos processos industriais tem aumentado, como também podemos destacara área da Educação.

43

## A QUÍMICA VERDE E A FORMAÇÃO DOCENTE

As licenciaturas são cursos que, segundo a legislação têm por objetivo formar professores para a educação básica: Educação Infantil de Jovens e Adultos; Especial; Ensino Fundamental, Médio, e Profissionalizante. Sua institucionalização e currículos vêm sendo postos em questão, e isso não é um fenômeno recente (GATTI, 2010). Há décadas, têm sido apontados problemas durante a formação docente e propostas alternativas para superar os diversos problemas.

Segundo Gatti (2010), em função dos graves problemas que enfrentamos hoje, no que diz respeito às aprendizagens escolares em nossa sociedade, aumenta a preocupação com as licenciaturas, seja quanto às estruturas institucionais que as abrigam, seja quanto aos seus currículos e conteúdos formativos. Como salienta Leal e Marques (2008), a demanda atual por profissionais que saibam trabalhar em conjunturas cada vez mais complexas, como as questões ambientais. Conhecer a situação dos cursos de formação de professores é algo relevante e urgente, uma vez que trazer à tona para sala de aula temas que abordem a sociedade e as questões

ambientais, permitem a formação crítica dos discentes, tornando-os aptos ao enfrentamento das complexidades contemporâneas identificadas no seu campo de atuação.

Diante de todo um contexto problemático na formação docente, principalmente no que tange as componentes curriculares, os cursos de Licenciatura em Química têm buscado ações que visam melhorar os processos formativos. Sendo uma delas a ambientalização dos currículos com a inserção da Química Verde. Reforçando a necessidade de se incluir conteúdos que busquem superar a química tradicional (LEAL; MARQUES, 2008), uma vez que, segundo Pitanga (2016, p. 154) defende-se “a necessidade de a QV dialogar intensamente com os fundamentos propostos pela EA crítica, pois estes se apresentam como um possível instrumento filosófico, político, epistemológico e metodológico capaz de permitir que sejam reorientados os currículos e o ensino de química”.

Repensando os paradigmas da Educação Ambiental (EA), e tratando especialmente sobre a Educação em QV, Pitanga (2016) defende a necessidade de uma profunda reformatação no sentido de transformar a química tradicional, arraigada na racionalidade técnica-instrumental, e numa racionalização cartesiana (pensamento linear), com fins para alcançar uma postura sistêmica, complexa e holística (pensamentos paralelos e de objetivos múltiplos). Essa visão epistemológica contemporânea requer dos profissionais da química e, em especial dos docentes, um processo transformador que tocará em estruturas complexas e estáveis, sendo necessário a (des)construção/(re)construção de vários sentidos, comportamentos, atitudes e sentimentos (PITANGA, 2016).

Assim, a Educação em Química Verde (EQV) pode ser vista como uma das formas transversais de se tratar as questões ambientais (MARQUES et al., 2013; PITANGA 2015;2016; ZANDONAI et al., 2013). Esta tem sido introduzida nas instituições de ensino brasileiras, especialmente nas de nível superior, na forma de experimentos (ZANDONAI *et al.*, 2013). Mas para a Educação Básica, ainda é incomum que seja introduzida a QV, e a inserção dos princípios em aulas práticas – não necessariamente experimentos, propriamente ditos – muitas vezes não são abordados em sala de aula, e isto se dá por conta de empecilhos que são impostos pelos próprios professores, como a falta de material didático adequado, formação inicial insuficiente para abordar tais questões. Assim, diante do contexto aqui exposto, surge a necessidade dos professores de Química na Educação Básica de inserir em suas práticas de ensino a QV e os seus

princípios norteadores, visando auxiliar a formação crítica de seus alunos para com as preocupações das questões ambientais que são emergentes na atualidade.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa é caracterizada como de natureza qualitativa, já que sua finalidade é a análise das concepções de discentes de Licenciatura em Química sobre a QV. Para o desenvolvimento desta pesquisa os sujeitos foram alunos do curso de Licenciatura em Química da Instituição de Ensino Superior, Faculdade Pio Décimo, localizada no município de Aracaju/SE. A pesquisa ocorreu no 5º período contando com a participação de 8 alunos de um total de 13 matriculados. Os alunos são representados por D (discentes) e por uma numeração para diferenciá-los. A instrumentação de coleta de dados se deu através de um questionário, desenhos confeccionados pelos discentes e análise textual discursiva.

A partir dos resultados obtidos no questionário, dissertação e desenhos, fundamentados na ATD, podemos discutir os dados tomando-se como referência as categorias de macro-tendências como modelos político-pedagógicos para a Educação Ambiental propostas por Layrargues e Lima (2014), definidas como conservacionista, pragmática e crítica, a fim de perceber as concepções predominantes.

A pesquisa foi desenvolvida em três momentos:

- 1) Em um primeiro momento de contato com os alunos, foi aplicado um questionário inicial contemplando dois quesitos para avaliar as concepções prévias deles sobre o que conhecem e entendem por Química Verde e os 12 princípios. O primeiro quesito foi: *O que você entende por Química Verde? Se você tem conhecimento, aponte qual o principal objetivo desta.* E o segundo: *Você quer realizar uma prática em sala de aula, mas para que aconteça esta prática você necessita de um solvente orgânico, que é considerado tóxico e um dos produtos desta reação forma uma substância em que seu descarte não pode ser feito da forma convencional – pelo esgoto – e é de difícil degradação. Sabendo destas condições, você realiza a prática ou a reavalía meios para alterar? Explique o porquê.*
- 2) Após a aplicação do questionário inicial, buscou-se compreender como durante os períodos de graduação a abordagem da Química Verde foi mencionada pelos docentes do curso. Procurou-se entender o porquê de não inserir os princípios no conteúdo ou durante métodos práticos. A partir desta análise, foi possível verificar o contato que os alunos possuem quando se trata deste assunto.
- 3) Por último, eles confeccionaram desenhos, a fim de avaliar quais eram as concepções deles em relação à QV. E, além disso, realizou-se uma dissertação sobre este mesmo conceito.



**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com os dados coletados com os questionários, com esses foi possível constatar que os alunos haviam mantido contato com as ideias da QV naquele período letivo, e relatam que em momentos pretéritos não foram oportunizadas discussões sobre o tema, e que, tão pouco, alguma prática tivesse inserido pelo menos um dos princípios da QV, já passados para muitos quase 2,5 anos de graduação. No Quadro 3 abaixo apresenta as respostas dos licenciandos no questionário inicial, de acordo com as categorias em que suas ideias podem ser inseridas.

Quadro 3 - Respostas obtidas no item 1 do questionário inicial.

| <b>Categorias e seus fundamentos teóricos</b>   | <b>Porcentual</b> | <b>Respostas</b>  |
|---|-------------------|---|
| <p><b>Conservacionista</b></p> <p>Não questionam a estrutura social vigente em sua totalidade, apenas pleiteiam reformas setoriais. Valoriza a dimensão afetiva e a mudança de comportamento individual em relação ao meio ambiente.</p>                      | 75%               | <p>“Química Verde é a química que procura não agredir o meio ambiente” [D1]</p> <p>“Química verde deve ser a química do meio ambiente [...] Ela trabalha com meios que ajudam a combater o desgaste que o meio ambiente está sofrendo, buscando melhorias e qualidade” [D2]</p> <p>“Bom nunca ouvir falar sobre Química verde. Porém acho que deve ser algo relacionado a natureza, ao meio ambiente.” [D8]</p> |
| <p><b>Pragmática</b></p> <p>Dominância da lógica do mercado sobre as outras esferas sociais, a ideologia do consumo como principal utopia e a preocupação com a produção crescente de resíduos sólidos. As preocupações estão ligadas a gestão ambiental.</p> | 25%               | <p>“A química verde trata-se de métodos analíticos que buscam diminuir os danos causados por substâncias químicas nocivas ao meio ambiente por meio de adequados tratamentos” [D3]</p> <p>“É a parte da Química que está voltada ao conceito de produzir algo que não agrida o meio ambiente, ou que pelo menos consiga minimizar os efeitos.” [D4]</p>   |
| <p><b>Crítica</b></p> <p>Ênfase na revisão crítica dos fundamentos que proporcionam a dominação do ser humano e dos mecanismos de acumulação do capital, buscando o enfrentamento político das desigualdades e da injustiça socioambiental.</p>               | -                 | Não se observou com as análises dos dados.  |

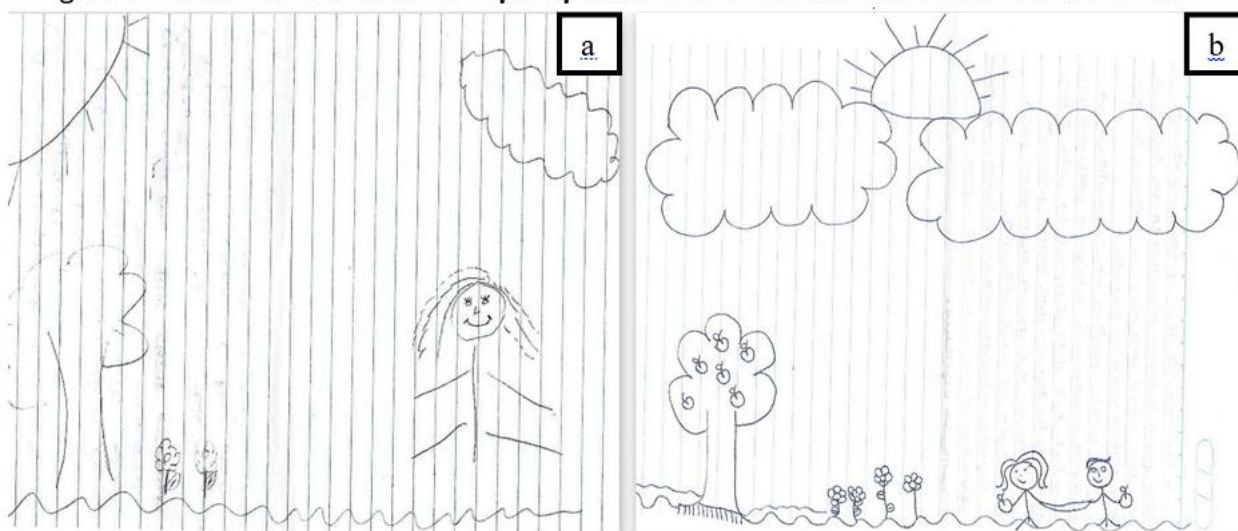
**Fonte:** Produzida pelos autores (2017).

A sistematização dos dados do questionário permite constatar a predominância da macrotendência conservacionista. Layrargues e Lima (2014) salientam que essa concepção se expressa por meio das correntes conservacionista e comportamentalista da EA, de atividades de senso-percepção ao ar livre, vinculadas aos princípios da ecologia, na valorização da dimensão afetiva em relação à natureza e na mudança do comportamento individual em relação ao ambiente. Baseada no pleito por uma mudança cultural que relativize o antropocentrismo. Ressaltando aqui, que devem ser vistas com cuidado, pois pouco tem contribuído para a superação de quadro de crise socioambiental que a humanidade está inserida, sendo concepções e práticas passíveis de severas críticas.

Partindo para a análise dos desenhos produzidos, nota-se que os licenciando demonstraram uma visão simplista e romântica, como é possível observar nas Figuras 1a e 1b, indicando que a QV está limitada a buscar meios para diminuir a poluição no meio ambiente, e, representam o meio ambiente como um lugar harmonioso, relacionando o ser humano e a natureza numa dimensão afetiva. Além disso, desconsideram o princípio da prevenção (princípio 1 da QV), que se constitui num importante valor científico que tem efeitos enormes a fim de se evitar a geração dos problemas ambientais (Marques et al, 2007). Sendo por nós considerado o mais importante, e não considerá-lo, representa um entrave no sentido de avançar para outra perspectiva, permanecendo, assim, com uma visão sensibilizadora de como podem ser tratadas as questões ambientais.

47

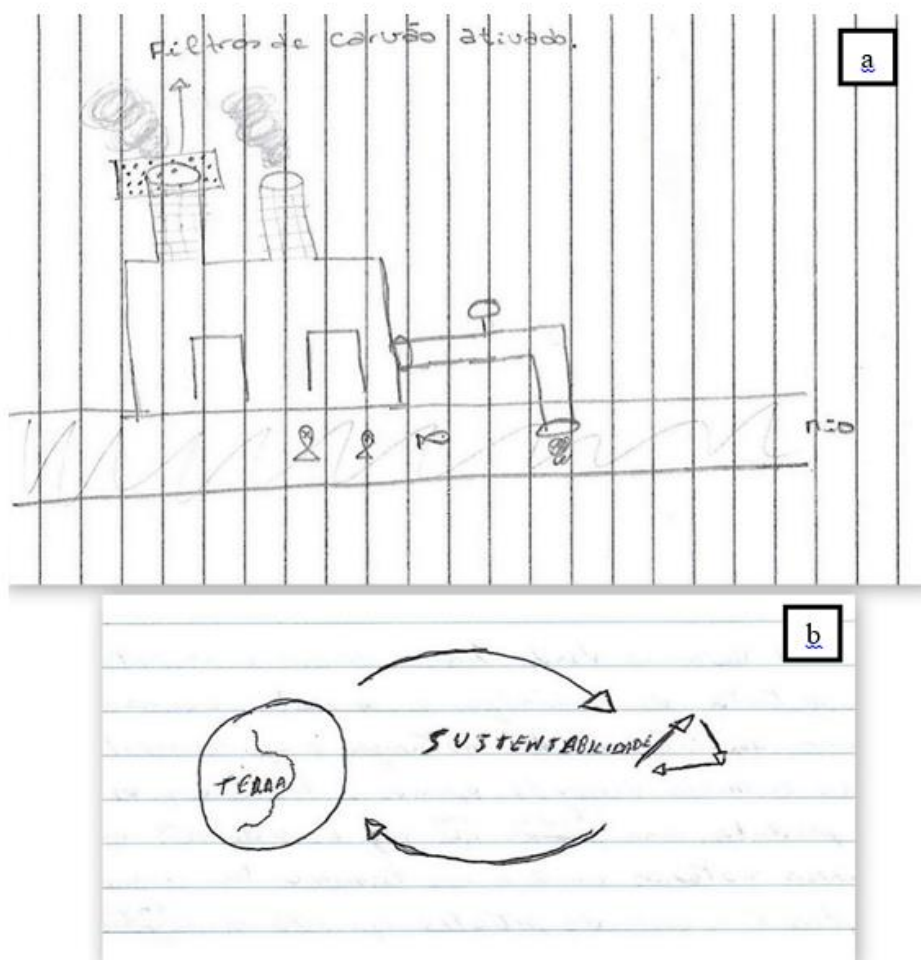
Figura 1 - Desenhos dos discentes que apresentaram macrotendência conservacionista



Fonte: Participantes da pesquisa (2017).

Em relação à Figura 2, observa-se que ambos os desenhos apresentam elementos da corrente pragmática. A Figura 2a, demonstra uma visão da QV enviesada na questão da produção industrial, numa perspectiva *end-of-pipe*, sugerindo que esta seja a forma como os problemas ambientais podem ser resolvidos de maneira eficiente. Já a Figura 2b, tenta avançar para a perspectiva crítica quando relaciona o planeta Terra com a sustentabilidade, mas permanece sendo pragmático, quando o discente relaciona também com a simbologia para a política ou pedagogia dos 3R's, pois este símbolo remete a concepções conservadoras, desde que não se considera repensar os modos e aspectos culturais que nossa sociedade vive atualmente.

**Figura 2** - Desenhos que representam macrotendência pragmática.



**Fonte:** Participantes da pesquisa (2017).

Coadunando com as informações das entrevistas foram observados nos desenhos elementos relacionados com a macrotendência pragmática, ou seja, a nosso ver, uma visão mais técnica

sobre as concepções da QV. Porém, ambas macrotendências conservacionista e pragmática, são perspectivas de natureza comportamentalistas e individualistas, pois estão centradas na questão de que cada um deve fazer sua parte, baseadas na criação de mecanismos de compensação para corrigir as *imperfeições* do sistema produtivo baseado no consumismo, na obsolescência planejada e na descartabilidade dos bens de consumo (LAYRARGUES; LIMA, 2014), créditos de carbono, economia verde, pegada ecológica, etc.

Entretanto, a macrotendência crítica se opõe as tendências conservadora e pragmática, na medida em que, segundo Layrargues e Lima (2014), contextualiza e politiza o debate ambiental, problematiza as contradições dos modelos produção, desenvolvimento e de sociedade. Com isso, vão além de preocupações com métodos analíticos durante produções industriais, descartes de resíduos, mecanismos regulatórios de comércio, está ligada a questionamentos que envolvem o social e a sustentabilidade.

A seguir, no Quadro 4, são apresentados fragmentos das dissertações dos licenciandos, onde ainda predominam falas com elementos recorrentes de uma macrotendência conservacionista, quando apontam preocupações com características comportamentalistas, como o excerto do discente [D4], que trata as questões ambientais como um problema gerado pelo sistema econômico prevalecente, o capitalista, mas em certa medida entra em contradição, ao revelar que a solução passa por políticas de fiscalização, e não questionar o modo como vivemos e nem trata sobre a prevenção.

49

[D4]: *Embora a química que se diz verde é mascarada, porque as mudanças que deveriam acontecer nas etapas de produção dos produtos são grandes e o que se pensa é no capitalismo e não na saúde do ambiente. Então se deve investir mais nas políticas de obrigatoriedade e ser fiscalizado de perto.*

Já outros alunos, falam de prevenção ligada a natureza, desconsiderando que o ato de prevenir retratado no primeiro princípio da Química Verde também está ligada ao fato de precaver a alta produção em detrimento da demanda social e também reavaliar os processos analíticos, ou seja, envolve a prevenção de três dimensões, que se preocupa com o social, o meio ambiente e técnica. Mas, faz-se necessário apontar para a observação de elementos do discurso alicerçados na macrotendência crítica, o que para nós representa um grande avanço, diante dos dados encontrados com as análises até então realizadas.

Quadro 4 - Fragmentos das dissertações que representam as macrotenências.

| MACROTENÊNCIAS   | FRAGMENTOS  |
|------------------|---|
| Conservacionista | <p><i>“Então se deve investir mais nas políticas de obrigatoriedade e ser fiscalizado de perto” [D4]</i></p> <p><i>“Algumas medidas são importantes: reflorestar as matas nativas e preservar os mananciais aquáticos” [D5]</i></p>   |
| Pragmática       | <p><i>“Acredito que a forma de tratamento da fuligem que é liberado pelas chaminés das indústrias com filtro de carvão ativado é uma forma de utilizar a química verde ou seus princípios” [D3]</i></p> <p><i>“Dessa forma, é necessário conscientizar as pessoas quanto aos melhores métodos de descartes.” [D6]</i></p> <p><i>“A Química Verde é tema de suma importância pois se trata de minimizar os rejeitos causados pelos homens que retiram da natureza o que necessitam.”[D7]</i></p> |
| Crítica          | <p><i>“Embora a química que se diz verde é mascarada, porque as mudanças deveriam acontecer nas etapas de produção dos produtos são grandes e o que se pensa é no capitalismo e não na saúde do ambiente” [D4]</i></p>  |

Fonte: Produzida pelos autores (2017).

Os dados aqui encontrados corroboram com as pesquisas realizadas por Pitanga (2015), pois ao investigar docentes universitários de Química, constatou o predomínio de concepções e práticas relacionadas à macrotenência pragmática, com forte influencia da corrente recursista, onde em seus discursos, os professores, demonstram preocupação com a gestão de recursos no meio ambiente, logo, tal concepção apresenta reflexo direto em suas atividades de ensino.

Assim, é necessário reivindicar a efetivação de uma educação crítica e reflexiva que conduza a um processo transformador, caracterizado pela ressignificação de sentidos, comportamentos, valores e atitudes. É preciso assumir e incorporar aos nossos fazeres diários uma gama de responsabilidades que nos levem a uma nova postura, tendo como consequência a tomada de atitudes na construção de sociedades ecologicamente equilibradas, socialmente sustentáveis e justas pra muitos, o que, diante da situação atual, pode parecer utópico, porém é algo que, frente à conjuntura hodierna, observamos fundamentalmente necessário. (PITANGA, 2016, p. 154)

A partir do que foi observado tanto nos questionários assim como nas dissertações, os alunos aparentam ter preocupação apenas com a conscientização sobre a preservação da natureza e com tratamento de resíduos e descartes gerados durante a produção. Segundo Costa

et al<sup>4</sup> (2008) *apud* Marques (2012), ressaltam que a ideia básica relativa à QV assumiu um tom apelativo, resumindo-a a uma consciência ambiental, insuficiente para um pensamento holístico e global, e para que os estudantes possam avaliar as perdas e os ganhos com processos verdes. Mas, podemos inferir que as abordagens das questões ambientais na educação estão mais voltadas para a sensibilização do que a conscientização. Quanto a este aspecto é imprescindível considerar as reflexões de Tozoni-Reis (2006, p. 106):

[...] Conscientização é um processo de ação concreta e reflexão histórica que implica opções políticas e articula conhecimentos e valores para a transformação das relações sociais. Ao incorporar o tema ambiental, o processo da educação conscientizadora tem como objetivo a transformação das relações entre os sujeitos e desses com o ambiente, estabelecidas pela história das relações sociais.

Portanto, ao se tratar de conscientização sobre as questões ambientais, elas perpassam as preocupações ingênuas e simplistas, próximas as necessidades de sensibilizar, que possuem ideia comportamentalista, possui sentido mutável, ligado a mudança de atitudes, questionando de forma holística as relações entre seres e meio ambiente.

51

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados que foram obtidos a partir desta pesquisa nos fizeram perceber que os alunos não tinham conhecimento nem perspectiva formada do significado da Química Verde. Foi possível observar que a maioria deles apresentaram, tanto através dos desenhos como dissertação e questionários, ter concepção conservacionista e pragmática, apresentando visões ingênuas, simplistas e resolucionistas no que se trata este assunto, tendo como forma para solução das questões ambientais e a relação com a QV, a prevenção da natureza, tratamento e descarte de resíduos. Porém, ela transcende seu significado filosófico e crítico, reconsiderando fundamentos que envolvem o social, meio ambiente e política.

Apesar da Química Verde ter começado a ser inserida na Educação, ainda se espera que este processo ocorra de forma transversal e interdisciplinar, e que a partir dos instrumentos e amostras selecionadas não podem ser constatados presentes no curso. Contudo, através da

---

<sup>4</sup>COSTA, D. A.; RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. S. C. Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, 109, 47-51, 2008.

L. B. da Rocha; B. L. S. dos R. Santos; Â. F. Pitanga

transversalidade, é possível conseguir por meio da conscientização de maneira crítica, que se faça refletir a relação entre ser humano e meio ambiente, e ainda, como o modo em que a sociedade atual vive influencia de maneira direta nas questões ambientais devido ao consumismo e preocupação com o capital. Então, por meio da Educação, é possível que haja uma tentativa de mudança de atitudes, que se façam entender toda a problemática e essas relações.

## REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. **Green Chemistry: theory and practice**, Oxford University Press: Oxford.1998.

CARVALHO, A. M. P. de; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**, 10ª edição. São Paulo: Cortez, 2011.

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

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

GATTI, B. A. Formação de professores no brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, 2010.

HJERESSEN; D. L.; SCHUTT, D. L.; BOESE, J. M. Green Chemistry and Education. **Journal of Chemical Education**, v. 77, n. 12, p. 1543 – 1547, 2000.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVII, n. 1, p. 23 – 40, jan/mar, 2014.

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

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

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

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

MARQUES, C. A.; GONÇALVES, F. P.; 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. **Química Nova**, v. 30, n. 8, p. 2043-2052, 2007.

PITANGA, A. F. Crise da modernidade, educação ambiental, educação para o desenvolvimento sustentável e educação em química verde: (re)pensando paradigmas. **Revista Ensaio**, v. 18, n. 3, p. 141-159, 2016.

\_\_\_\_\_. **A inserção das questões ambientais no curso de licenciatura em química da universidade federal de Sergipe**. 2015. 202f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015a.

PRADO, A. G. S. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

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

TOZONI-REIS, M. F de C. Temas Ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar Curitiba**, n. 27, p. 93 – 110, 2006.

53

UNESCO. **Década das Nações Unidas da educação para o desenvolvimento sustentável**, 2005-2014. Documento final do plano internacional de implementação. Brasília: UNESCO, OREALC, 2005.

WINTERTON, N. Twelve more Green Chemistry Principles. **Green Chemistry**, v. 3, p. 73–81. 2001.

ZANDONAI, D. P.; SAQUETO, K. C.; ABREU, S. C. S. R.; LOPES, A. P.; ZUIN, V. G. Química verde e formação de profissionais do campo da química: relato de uma experiência didática para além do laboratório de ensino. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 73-84, 2013.