

# Sustentabilidade e Educação Ambiental no Ensino de Química: contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável

Daniel das C. de A. Ribeiro, Tania D. M. Salgado, Carla Sirtori e Camila G. Passos

Este artigo visa analisar o processo de tomada de consciência dos estudantes a respeito dos problemas socioambientais relacionados aos agrotóxicos e das possibilidades da agricultura sustentável, a partir da vivência da metodologia da Resolução de Problemas. A pesquisa foi desenvolvida com 109 estudantes de diferentes níveis de ensino da Educação Básica, de três escolas públicas estaduais de Porto Alegre/RS. Os dados foram produzidos através de registros no Diário de Campo, questionários e de produções escritas dos educandos, para posterior análise qualitativa e interpretativa. Com o conjunto de dados analisados identificamos que no Ensino Fundamental os estudantes passaram a ter maior clareza sobre o conceito de agrotóxicos e possibilidades de plantios alternativos. Aspectos como a classificação dos tipos de agrotóxicos, policultura e agricultura orgânica foram destaque nas resoluções do Ensino Médio. No Técnico em Química verificamos o aprofundamento conceitual e criticidade quanto às relações dos fatores econômicos e políticos imbricados nas questões ambientais.

► resolução de problemas, ensino de química, agricultura sustentável ◀

Recebido em 19/10/2021, aceito em 17/03/2022



160

**P**autado na perspectiva da Educação Ambiental (EA) Crítica (Tozoni-Reis, 2007, 2008; Costa *et al.*, 2017) e nos princípios do desenvolvimento da democracia social e participativa (Boff, 2012; Leff, 2015), o presente artigo tem como tema a tomada de consciência dos estudantes sobre os problemas socioambientais relacionados aos agrotóxicos e as possibilidades da agricultura sustentável. Acreditamos que essa temática é de fundamental importância no contexto escolar, para ser trabalhada ao longo da Educação Básica (EB) de forma contextualizada e articulada aos conhecimentos científicos da Química. Uma alternativa para tal propósito pode ser a metodologia da Resolução de Problemas (RP) (Martínez e Martínez Aznar, 2014; Pozo, 2016).

A ampliação do agronegócio tem superado recordes de produtividade a cada safra de grãos, frutas e hortaliças em todo o território nacional, principalmente nos estados onde

o setor agrícola pode crescer ainda mais em reservas de terras ainda não exploradas, como no caso da Bahia, Piauí, Tocantins e Maranhão (Belchior *et al.*, 2014).

O fato é que o crescimento da agricultura no formato de

O fato é que o crescimento da agricultura no formato de monoculturas tem prejudicado a biodiversidade do planeta, a exemplo da redução na disponibilidade e qualidade da água, do comprometimento da qualidade do ar e dos alimentos e dos crescentes problemas fitossanitários resultantes do desequilíbrio ecológico causado pelo uso de agrotóxicos (Belchior *et al.*, 2014; Boff, 2012; Pignati *et al.*, 2017; Santos e Glass, 2018).

monoculturas tem prejudicado a biodiversidade do planeta, a exemplo da redução na disponibilidade e qualidade da água, do comprometimento da qualidade do ar e dos alimentos e dos crescentes problemas fitossanitários resultantes do desequilíbrio ecológico causado pelo uso de agrotóxicos (Belchior *et al.*, 2014; Boff, 2012; Pignati *et al.*, 2017; Santos e Glass, 2018).

Esses problemas socioambientais poderão se agravar ainda mais se considerarmos alguns números alarmantes sobre agrotóxicos no Brasil, como os que seguem: em torno de 58% dos alimentos estão contaminados por agrotóxicos; 34.147 foi o número de notificações registrado de intoxicação humana por agrotóxicos entre os anos de 2007 a 2014;



o aumento do uso de agrotóxicos entre 2000 e 2012 foi de 288%; o faturamento da indústria de agrotóxicos no Brasil em 2014 foi em torno de 12 bilhões de dólares. Esses dados foram publicados no dossiê Associação Brasileira de Saúde Coletiva- ABRASCO (Carneiro *et al.*, 2015). Essa obra reúne informações de centenas de livros e trabalhos publicados em revistas nacionais e internacionais, que revelam evidências científicas e correlação direta entre uso de agrotóxicos e problemas ambientais e, consequentemente, os problemas de saúde. Quando nos referimos ao ambiente, abarcamos, ao mesmo tempo, o ser humano como parte integrante do meio ambiente, uma vez que compreendemos que os danos à saúde humana, causados pelos agrotóxicos, são também problemas socioambientais (Boff, 2012; Fernandes e Stuaní, 2015).

Desmitificando a ideia de que o uso dos agrotóxicos é um mal indispensável para a humanidade, Carneiro *et al.* (2015) afirmam que, para assegurar o abastecimento de toda a população mundial, não é necessária a produção de alimentos com agrotóxicos. Estudos realizados por pesquisadores da Universidade de Michigan (EUA) demonstraram que os sistemas orgânicos de produção sistematicamente alcançam rendimentos físicos iguais ou superiores aos dos sistemas que utilizam agrotóxicos no setor agrícola (Carneiro *et al.*, 2015).

Os efeitos de agrotóxicos sobre organismos não alvos em ecossistemas terrestres é um problema ambiental que agrava ainda mais o crescente uso indiscriminado dessas substâncias químicas (Zowada *et al.*, 2020). Os agrotóxicos, além de matarem as pragas nas lavouras, também têm potencial de influenciar a interação predador-presa (Hanlon e Relyea, 2013), causando desequilíbrio ambiental. O fato é que muitas pulverizações, por vezes com dosagens acima das recomendadas, ou desnecessárias, são realizadas em muitas das práticas agrícolas, e o efeito do uso dos agrotóxicos no ecossistema se torna maior, influenciando diretamente na desestruturação da biodiversidade (Ribeiro *et al.*, 2018). Logo, não teremos sustentabilidade sem a eliminação ou redução dessas substâncias químicas.

A agricultura sustentável, cada vez mais, ganha espaço na atualidade devido às graves consequências dos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana. Segundo Ghini e Bettiol (2000), o conceito de agricultura sustentável envolve “o manejo adequado

dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras (p.62)”. Para os autores, esse aspecto modifica as características dos sistemas convencionais de agricultura no que diz respeito à utilização de fontes não renováveis, principalmente de energia, e altera a visão acerca dos níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos no ambiente. As mudanças envolvem a diminuição da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e a maior utilização de processos biológicos nos sistemas agrícolas.

**Os agrotóxicos, além de matarem as pragas nas lavouras, também têm potencial de influenciar a interação predador-presa (Hanlon e Relyea, 2013), causando desequilíbrio ambiental.**

Nesse contexto, existem vários métodos alternativos para que tenhamos uma produção agrícola sustentável e, consequentemente, evitemos a degradação do ambiente devido à utilização e/ou ao uso inadequado dos agrotóxicos (Ribeiro *et al.*, 2018). Dessa maneira, o objetivo deste artigo foi analisar o processo de tomada de consciência a respeito dos problemas socioambientais relacionados aos agrotóxicos e das possibilidades da agricultura sustentável, por estudantes de diferentes etapas e modalidades da Educação Básica (EB), a partir da vivência da metodologia da RP no Ensino de Química. Neste sentido, buscamos responder a seguinte questão de pesquisa: Quais as formas de contribuição da metodologia de RP para construção de um saber ambiental no contexto escolar da EB?

## Referencial Teórico

Resultante de um modo de produção majoritariamente capitalista em que o mundo se encontra, a degradação ambiental se intensifica continuamente em nossa sociedade (Boff, 2012; Marques, 2018). Dessa maneira, surge a necessidade de uma EA crítica, garantindo propostas e projetos que assegurem rigor teórico e aprofundamento reflexivo sobre seus fundamentos e que realmente possa tornar as pesquisas em EA relevantes para a comunidade (Costa *et al.*, 2017). Essa necessidade de estudos ambientais, que realmente propiciem um pensamento crítico e reflexivo nas pessoas, torna-se ainda mais urgente no espaço escolar.

A preocupação com questões ambientais e de sustentabilidade perpassa pela construção de um saber ambiental que, segundo Leff (2015), está associada à constituição de um novo saber e à incorporação interdisciplinar do conhecimento, com o intuito de explicar o comportamento de sistemas socioambientais complexos. O saber ambiental problematiza o conhecimento fragmentado em disciplinas, assim como a administração setorial do desenvolvimento, com o objetivo de compor uma área de conhecimentos teóricos e práticos

dirigida para a rearticulação das relações sociedade-natureza (Leff, 2015).

A EA crítica, transformadora e emancipatória, que defendemos nesta pesquisa, é a EA sendo considerada como um processo político de apropriação crítica

e reflexiva de conhecimentos, comportamentos, atitudes e valores, que tem como objetivo a construção de uma sociedade sustentável do ponto de vista social e ambiental (Tozoni-Reis, 2007, 2008). Uma EA crítica e reflexiva que possa favorecer que os alunos desenvolvam uma visão holística da realidade e que possa torná-los atuantes e conscientes perante a sociedade e os problemas ambientais. Assim sendo, acreditamos que a EA crítica nas escolas pode contribuir para a difusão de ideias e informações acerca da proteção do meio ambiente, conservação, assim como para a sustentabilidade.

Boff (2012, p. 107) conceitua sustentabilidade como sendo toda “ação destinada a manter as condições energéticas, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana”, tendo em vista “sua continuidade e ainda atender às necessidades da geração presente e das futuras, de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução e coevolução”. Além disso, o autor explica que o termo sustentabilidade é um conceito complexo, holístico e integrativo de várias dimensões, como a ambiental, social, econômica, espiritual, cultural entre outras, que mesmo distintas possuem relações de interdependência.

Convergente com apontamentos de Boff (2012), Leff (2015) explica que o termo sustentabilidade está relacionado diretamente ao pensamento de utilizar algo, sem que com isso seja esgotada sua capacidade de ser consumido por outros seres humanos. O conceito de sustentabilidade ambiental determina a maneira pela qual nós, seres humanos, fazemos uso dos bens e recursos naturais, com o intuito de prover nossas necessidades, sem que com isso exista o esgotamento e haja abastecimento para as futuras gerações. Nesse cenário, a sociedade precisa caminhar em direção à sustentabilidade de forma harmônica com as dimensões sociais e ambientais, trabalhando a prevenção e a preservação dos recursos naturais com atitudes individuais e coletivas visando participação democrática e respeito às autonomias culturais (Leff, 2015; Marques, 2018). Diante dos graves problemas socioambientais que a utilização dos agrotóxicos pode ocasionar ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana, e da complexidade dessa problemática ambiental perante a sociedade, entendemos que essa temática necessita de uma metodologia diferenciada para a sua contextualização dentro do espaço escolar, como por exemplo, a metodologia da RP (Goi e Santos, 2009; Ruppenthal e Schetinger, 2017).

Segundo Pozo (1998), os alunos assumem o papel de protagonistas nas atividades propostas quando utilizada a metodologia da RP, necessitando ter uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, resolvendo problemas com situações abertas e sugestivas. Assim sendo, eles poderão construir seus próprios conhecimentos. “O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes” (Pozo, 1998, p. 9).

Pesquisadores das didáticas das Ciências acreditam que a metodologia da RP pode ser uma estratégia eficaz para ser trabalhada no sistema educacional da EB (Martínez e Martínez Aznar, 2014; Pozo, 2016). Alguns autores consideram que a metodologia da RP possui um caráter importante

na atividade científica e pode ser considerada fundamental no ato de aprender a pensar (Vasconcelos *et al.*, 2007, Fernandes e Campos, 2017). Nesse tipo de metodologia de ensino e aprendizagem, o professor age como mediador e orientador do processo, necessitando planejar situações para que os alunos consigam buscar estratégias adequadas para a sua resolução, bem como uma sequência didática e de trabalho planejada e orientada para lograr êxito em todo o processo.

### Percurso Metodológico

Neste artigo será utilizada a abordagem qualitativa. Na investigação qualitativa, “o objetivo principal do investigador é o de construir conhecimentos e não dar opinião sobre determinado contexto” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 67). Nesse sentido, uma das finalidades desta pesquisa é a capacidade de gerar teoria, descrição ou compreensão, buscando-se compreender o processo mediante o qual os agentes envolvidos constroem significados sobre o tema a ser investigado (Bogdan e Biklen, 1994). O estudo descrito neste trabalho foi desenvolvido com 109 estudantes de diferentes níveis e modalidades da EB, de três escolas públicas estaduais da cidade de Porto Alegre/RS. Todos os participantes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os dados foram produzidos através de registros no Diário de Campo (Porlán e Martín, 1998) dos pesquisadores, questionários e das produções escritas dos educandos, para posterior análise qualitativa e interpretativa (Bogdan e Biklen, 1994), fundamentada nos princípios da Educação Ambiental Crítica.

Nesta investigação, tendo estudantes da EB como sujeitos da pesquisa, analisamos quatro experiências da utilização da metodologia da RP, contextualizando a temática agrotóxicos, seu conceito, finalidade, conseqüências, características químicas e alternativas de substituição. Assim sendo, produzimos nove problemas, relacionados com essa temática, para serem trabalhados com os alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental (EF), 3º Ano do Ensino Médio (EM), totalidade 9 do Ensino Médio/EJA (EM/EJA)<sup>i</sup> e das 3 etapas de um Curso Técnico em Química (TQ)<sup>ii</sup>. Todos os problemas, antes de serem utilizados em aula, foram avaliados aos pares por pesquisadores da área e analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>iii</sup>. Além disso, cabe destacar que todas as atividades foram realizadas de forma presencial.

Todos os problemas foram construídos de acordo com a etapa em que estavam os participantes, utilizando linguagem adequada ao nível dos educandos e contemplando as características de um problema eficaz (Ribeiro *et al.*, 2020). No Quadro 1, são apresentados os tópicos abordados em cada

Boff (2012, p. 107) conceitua sustentabilidade como sendo toda “ação destinada a manter as condições energéticas, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana”, tendo em vista “sua continuidade e ainda atender às necessidades da geração presente e das futuras, de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução e coevolução”.



problema e o público-alvo correspondente. Os enunciados dos problemas são apresentados na íntegra no Material Suplementar.

Após a produção dos problemas sobre a temática ambiental agrotóxicos, houve o planejamento das intervenções pedagógicas, as quais foram organizadas em seis momentos (Aznar *et al.*, 2009) e distribuídas na seguinte sequência pedagógica: **I)** Introdução dos alunos ao tema, por intermédio de trechos de vídeo(s) de motivação e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos; **II)** Organização das equipes de trabalho em grupos, seguida da leitura e análise dos problemas; **III)** Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta; **IV)** Elaboração das apresentações com as resoluções; **V)** Plenária de apresentação das resoluções; **VI)** Debate coletivo.

Ao total, realizamos quatro intervenções pedagógicas com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB: EF, EM, EM/EJA e TQ. Assim, os estudantes foram identificados pelo código: Est + modalidade de ensino + número do aluno

na sequência dos 109 participantes. Exemplo, o estudante 22 do Ensino Médio será identificado como: EstEM22. Para evitar a entrada e a saída de participantes durante as intervenções, decidimos que cada uma das intervenções aconteceria em único encontro, sendo a do EF em 5 períodos contínuos<sup>iv</sup> de 50 minutos cada (totalizando 235 minutos), a do EM em 6 períodos de 50 minutos (285 minutos) e as do EM/EJA e do TQ em 5 períodos contínuos de 45 minutos cada (totalizando 210 minutos).

No Momento I, utilizamos trechos pré-selecionados pelos pesquisadores do vídeo “O Veneno está na mesa 1<sup>vi</sup>”, para todas as intervenções pedagógicas e, para a intervenção no curso Técnico em Química, também utilizamos trechos do vídeo “O Veneno está na mesa 2<sup>vii</sup>”.

No Momento II, houve a formação de grupos de 4 a 7 componentes, dependendo do número de participantes de cada intervenção (Quadro 2). Após a organização dos grupos de trabalho, aconteceu a leitura e análise dos problemas com os alunos, ajudando-os a sanar as possíveis dúvidas de linguagem e interpretação.

A leitura dos materiais disponíveis para consulta (Momento III) no EF ocorreu por intermédio dos

Quadro 1: Tópicos abordados em cada problema sobre a temática ambiental agrotóxicos.

| Problemas produzidos | Tópicos abordados em cada problema sobre a temática agrotóxicos |                                                                                                      |                                                                                                                    |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | EF                                                              | EM e EM/EJA                                                                                          | TQ                                                                                                                 |
| <b>Problema 1</b>    | Conceito; problemas de saúde; cuidados durante a aplicação.     | Conceito; utilização; exemplos; estrutura química; problemas de saúde, cuidados durante a aplicação. | Capacidade de ser bioacumulativo; problemas ambientais (incluindo os danos à saúde); cuidados durante a aplicação. |
| <b>Problema 2</b>    | Alternativas para a diminuição do uso.                          | Tecnologia de aplicação; alternativas para a diminuição do uso.                                      | Características gerais; utilização; estruturas químicas; grupos funcionais; alternativas para a diminuição do uso. |
| <b>Problema 3</b>    | Seleção de alimentos com menos resíduos; controle biológico.    | Agricultura orgânica; controle natural de pragas.                                                    | Agricultura orgânica; critérios para os alimentos serem considerados orgânicos.                                    |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2: Organização dos grupos para as resoluções dos problemas.

| Problemas resolvidos pelos grupos respectivamente indicados | As quatro intervenções pedagógicas realizadas na investigação |                                        |                                        |                                        |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
|                                                             | EF (21 alunos)                                                | EM (35 alunos)                         | EM/EJA (24 alunos)                     | TQ (29 alunos)                         |
| <b>Problema 1 do nível e modalidade correspondentes</b>     | Resolvido pelo Grupo 1 (7 alunos)                             | Grupo 1 (6 alunos); Grupo 2 (6 alunos) | Grupo 1 (4 alunos); Grupo 2 (4 alunos) | Grupo 1 (5 alunos); Grupo 2 (5 alunos) |
| <b>Problema 2 do nível e modalidade correspondentes</b>     | Resolvido pelo Grupo 2 (7 alunos)                             | Grupo 3 (6 alunos); Grupo 4 (6 alunos) | Grupo 3 (4 alunos); Grupo 4 (4 alunos) | Grupo 3 (5 alunos); Grupo 4 (5 alunos) |
| <b>Problema 3 do nível e modalidade correspondentes</b>     | Resolvido pelo Grupo 3 (7 alunos)                             | Grupo 5 (6 alunos); Grupo 6 (5 alunos) | Grupo 5 (4 alunos); Grupo 6 (4 alunos) | Grupo 5 (5 alunos); Grupo 6 (4 alunos) |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Livros Didáticos (LDs) das Ciências da Natureza do EF (Gewandsznajder, 2015a, 2015b) e o livro do 1º ano do EM de Química (Santos e Mól, 2013). Nas intervenções do EM e EM/EJA, os materiais utilizados para consulta foram o LD das Ciências da Natureza do EM/EJA (Scrivano, *et al.*, 2013) e os três volumes do LD do EM de Química (Santos e Mól, 2013). Na investigação feita com os alunos das três etapas do TQ, além dos livros utilizados no EM e EM/EJA, foi utilizado também o volume número 2 de outra obra didática de Química do EM (Fonseca, 2013). Cabe frisar que todas essas obras foram indicadas pelo PNLD/2015 e foram fornecidas pelos pesquisadores no momento das intervenções pedagógicas. Conforme apontamentos de Ribeiro *et al.* (2021), os livros do PNLD/2015 abordam conceitos e oferecem atividades de leitura e pesquisa sobre a temática agrotóxicos, que podem favorecer a tomada de consciência dos estudantes quanto aos riscos desses compostos para a saúde humana e para o ambiente.

No Momento IV, esquematizamos as resoluções dos problemas da seguinte maneira: Todos os sujeitos da pesquisa apresentaram a resolução oralmente para seus respectivos colegas e entregaram um relatório escrito com as respostas. Além disso, os alunos do EF e EM produziram cartazes para auxiliá-los nas apresentações das resoluções.

A plenária de apresentação das resoluções dos problemas (Momento V) foi planejada de forma que todos os alunos pudessem participar, de alguma maneira, na apresentação dos resultados para o grande grupo. Assim sendo, todos foram orientados por esse requisito de participação em conjunto para exporem suas ideias sobre as respostas da situação-problema que foi proposta para cada grupo de alunos.

Momento VI: socialização dos resultados com os alunos, na qual os professores pesquisadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

Planejamos, também, no final das atividades investigativas, a aplicação de questionário. Esse questionário utiliza uma escala (1=DT Discordo Totalmente, 2=DP Discordo Parcialmente, 3=I Indeciso, 4=C Concordo Parcialmente e 5=C Concordo), indicando o grau de concordância do informante a respeito das perguntas (Likert, 1976). O gráfico apresenta os escores das respostas obtidas. O valor do escore da escala Likert é calculado fazendo-se a soma de cada um dos números de informantes, multiplicando pelo valor do escore (5 para C, 4 para CP, 3 para I, 2 para DP, 1 para DT) e dividindo pelo total de informantes.

## Resultados e Discussão

Conforme registros do Diário de Campo, no trabalho com os alunos do EF percebemos que suas ideias iniciais sobre

os agrotóxicos se pautavam em informações mais pontuais divulgadas na grande mídia e a partir de um vocabulário informal, esperado para a faixa etária. Entretanto, o que se pôde observar pelas colocações realizadas pelos educandos é que a maioria tinha uma noção acerca do que são agrotóxicos, e que essas substâncias não fazem bem aos seres vivos e ao meio ambiente, assim como entendiam que os alimentos sem essas substâncias químicas são mais saudáveis para o consumo humano. Exemplo disso são algumas afirmações feitas pelos estudantes:

*“Os agrotóxicos são produtos utilizados na lavoura para os alimentos evoluírem mais rapidamente” (EstEF1).*

*“São venenos e podem prejudicar as plantas, os frutos, o solo e os seres humanos” (EstEF8).*

Em um questionamento à turma, a respeito de se os agrotóxicos são bons ou ruins para os seres humanos e para o meio ambiente, os aprendizes descreveram que não são bons nem para as pessoas nem para o meio ambiente, entretanto não conheciam nenhuma alternativa de plantio sem o uso destes. Como podemos perceber em algumas respostas dos alunos:

*“Os agrotóxicos causam prejuízos ao solo” (EstEF11).*

*“Os agrotóxicos trazem danos às águas” (EstEF14).*

*“Os agrotóxicos trazem diversos prejuízos aos seres vivos” (EstEF15).*

Na resolução de problemas, os aprendizes tiveram de investigar na literatura, utilizar os seus conhecimentos prévios, as informações do vídeo (O Veneno está na mesa 1) e das discussões realizadas para chegarem a soluções adequadas aos questionamentos propostos. Dessa forma, surgiram questões relacionadas ao uso de agrotóxicos e à sustentabilidade, quando lhes foi solicitada uma investigação, com o objetivo de explicarem por que a policultura utiliza menos agrotóxicos do que a monocultura e quais os problemas socioambientais que os agrotóxicos podem causar. Além disso, tiveram de descrever, também, outra maneira de como o uso de agrotóxicos pode ser reduzido na agricultura. Em

outro problema apresentado, os aprendizes tiveram de escrever algumas formas de selecionar alimentos com menos resíduos de agrotóxicos e explicar como o controle biológico pode diminuir o uso desses produtos químicos.

Santos *et al.* (2014, p. 110) explicam que, na “tomada de consciência, o sujeito precisa realizar uma ação – seja ela material, ou não –, e ter capacidade

de explicá-la, porque quando sabe explicar ou justificar sua ação, demonstra que houve uma construção conceitual”. Além disso, os mesmos autores esclarecem que essa conceitualização não equivale a uma simples leitura, e sim a uma “reconstrução que insere características novas e estabelece conexão entre a compreensão e as extensões” (Santos *et al.*, 2014, p. 110).

No Momento IV, esquematizamos as resoluções dos problemas da seguinte maneira: Todos os sujeitos da pesquisa apresentaram a resolução oralmente para seus respectivos colegas e entregaram um relatório escrito com as respostas. Além disso, os alunos do EF e EM produziram cartazes para auxiliá-los nas apresentações das resoluções.

Com a análise das produções escritas e apresentações, evidenciamos que o grupo de estudantes avançou na compreensão sobre as possibilidades e potencialidades da agricultura sustentável, sobre hábitos de consumo e falta de políticas públicas de incentivo ao não uso dos agrotóxicos. Nesse âmbito, acreditamos que a escola possui uma função primordial na tomada de consciência, por parte dos educandos, acerca da importância da sustentabilidade ambiental e socioambiental, articulada ao estudo dos conteúdos escolares, carecendo de recursos didáticos e orientação contínua para desenvolver ações com esses objetivos. Dessa maneira, a EA crítica se manifesta como um conjunto de práticas educacionais com a meta de constituir uma nova consciência ecológica em todas as disciplinas do currículo escolar (Costa *et al.*, 2017). Em vista disso, as práticas de EA não devem apenas transmitir conhecimentos a respeito do meio ambiente, mas também propiciar a mudança de atitude, a determinação para a ação e a procura de soluções para o problema.

Nessa linha de pensamento, Boff (2012) assevera que, para compreendermos a sustentabilidade como qualidade do desenvolvimento social, devemos mudar nossa relação com a natureza, a vida e a Terra. Além do mais, o autor explica que o termo sustentabilidade é um conceito difícil e integrativo de várias dimensões, como a ambiental, social, econômica, cultural entre outras, que mesmo diferentes possuem relações de interdependência.

No que tange ao trabalho com o EM, o que observamos foi que os estudantes possuíam uma compreensão geral a respeito do que são agrotóxicos, uma vez que houve afirmações nas quais alguns deles comunicaram o conceito de agrotóxicos de forma relacionada aos diferentes tipos de pragas que combatem, mas sem conseguirem esclarecer detalhes:

*“Os agrotóxicos são uma espécie de inseticida usado na agricultura para livrar as plantações de pragas que possam vir a prejudicar essas plantações” (EstEM22).*

*“Os agrotóxicos são produtos que usamos para combater insetos, doenças ou plantas daninhas que causam danos às plantações” (EstEM26).*

Da mesma maneira, outros alunos complementaram as declarações dos colegas, dizendo que:

*“Os agrotóxicos não são bons para os seres humanos, pois podem causar danos à saúde e nem para o meio ambiente, uma vez que podem causar a poluição do solo e das águas” (EstEM30).*

*“Os agrotóxicos podem causar tumores e, consequentemente, o surgimento de câncer quando utilizados acima dos limites permitidos ou quando se utilizam agrotóxicos proibidos, causando má-formação de bebês e alterações hormonais e também não são bons para o meio ambiente, já que poluem o solo e as nascentes de rios” (EstEM34).*

Tendo em vista as arguições sobre o uso demasiado de

produtos químicos nas plantações, uma estudante deu sua contribuição à discussão, afirmando que:

*“Minha sogra possui uma horta em seu quintal e não utiliza nenhum tipo de agrotóxico, o máximo que ela usa é sal e algumas misturas naturais para afugentar algumas pragas” (EstEM42).*

Assim sendo, essa aluna preconizou uma agricultura sustentável.

Em um dos problemas propostos, os grupos 3 e 4 foram convidados a pesquisar acerca das alternativas para o cultivo

agrícola sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso. Da mesma forma, tiveram de discutir sobre quais as vantagens e desvantagens de cada uma dessas alternativas e decidir quais delas consideravam mais eficientes para diminuir o uso de agrotóxicos. Em outro problema, a questão estava relacionada a

uma pesquisa que deveriam realizar relacionada à agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens e desvantagens. Além disso, deveriam citar um exemplo de controle natural de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os agrotóxicos. Dessa forma, munidos de conhecimentos adquiridos ao longo de suas vidas e das discussões realizadas em sala de aula, assim como por intermédio do vídeo assistido e da consulta nos livros didáticos indicados, os aprendizes resolveram os problemas propostos, tendo em vista uma agricultura sustentável, sem agrotóxicos ou com menor quantidade desses produtos químicos.

Nesse contexto, percebemos a importância dos alunos da EB compreenderem o significado social da utilização de práticas de conservação e preservação ambiental, com o intuito de preservar a fertilidade do solo, assim como as condições climáticas favoráveis. Temos conhecimento de que para que os alimentos sejam produzidos, os agrossistemas, tais como lavouras, pastagens e outras, exigem a alteração do sistema natural. Dessa forma, essa ação implica a modificação dos ecossistemas, ocasionando a remoção da cobertura vegetal, revolvimento do solo (aração, gradeação, semeadura, plantio, cultivo), uso de fertilizantes e de agrotóxicos com o intuito de combater doenças e pragas. Todas essas ações trazem como consequência a contaminação do solo, do ar e das águas, erosão, compactação e diminuição da permeabilidade do solo, entre outros. Por esses motivos, temos de viabilizar uma agricultura sustentável, em direção a uma sociedade mais justa do ponto de vista ambiental e econômico. Dessa maneira, “a sociedade precisa caminhar em direção à sustentabilidade de forma harmônica com desenvolvimento socioeconômico e ambiental, trabalhando sempre a prevenção e a preservação com atitudes individuais e coletivas” (De David, 2018, p. 122).

Na proposta lançada aos estudantes do EM/EJA, verificamos que, em sua maioria, esses alunos possuíam a noção

Com a análise das produções escritas e apresentações, evidenciamos que o grupo de estudantes avançou na compreensão sobre as possibilidades e potencialidades da agricultura sustentável, sobre hábitos de consumo e falta de políticas públicas de incentivo ao não uso dos agrotóxicos.

do que é um agrotóxico e o que esse produto acarreta aos seres humanos e ao meio ambiente. Isso ficou sinalizado nas falas dos aprendizes:

*“O agrotóxico deixa a fruta mais bonita, entretanto faz mal para os consumidores dessa fruta” (EstEM/EJA60).*

*“Os agrotóxicos contaminam o solo, os lençóis freáticos e prejudicam a saúde dos consumidores” (EstEM/EJA69).*

Após assistirem ao vídeo relacionado às consequências do uso indiscriminado de agrotóxicos, e a alternativa para uma agricultura sem eles, os estudantes realizaram uma profícua discussão sobre agricultura orgânica e políticas públicas do setor do agronegócio. Um estudante afirmou que:

*“Uma agricultura orgânica é possível, entretanto torna-se mais cara e o governo está interessado em ganhar dinheiro com os agrotóxicos” (EstEM/EJA71).*

Uma aluna comentou que:

*“Há uma horta orgânica perto da minha casa. Nessa horta, provei morangos sem agrotóxicos e o sabor é muito melhor do que a fruta comprada nos supermercados com agrotóxicos” (EstEM/EJA73).*

Os problemas a serem solucionados pelos alunos EM/EJA eram os mesmos dos estudantes do EM. Na resolução de um dos grupos de EM/EJA, os componentes discorreram a respeito das consequências do uso de agrotóxicos e chegaram ao consenso de que a policultura seria a melhor solução para o não uso dessas substâncias. Na solução de outro problema apresentado, os participantes ponderaram acerca das vantagens e desvantagens da agricultura orgânica. Em seguida, mais dois componentes defenderam esse tipo de agricultura, justificando-se.

Dessa maneira, os educandos refletiram acerca de outras formas de agricultura, que não prejudicam demasiadamente o ambiente como a prática tradicional que utiliza agrotóxicos o faz, utilizando quantidades menores de agrotóxicos ou até mesmo não fazendo uso dessas substâncias químicas. Posto isso, a agricultura sustentável é uma opção, pois está associada ao uso de um método de cultivo o qual se preocupa com o meio ambiente e colabora para a sua preservação, não deixando de ser uma atividade economicamente viável e lucrativa. Consequentemente, trata-se de um processo que propicia a qualidade de vida e a capacidade de prover as necessidades das gerações futuras, considerando o cuidado da terra, da água e do ar (Ghini e Bettiol, 2000; De David, 2018).

Durante a realização da intervenção no TQ, observamos uma discussão mais calcada em conhecimentos um pouco mais aprofundados das questões levantadas, tendo em vista o curso dos sujeitos da pesquisa. Dessa forma, nas discussões realizadas obtivemos algumas afirmações:

*“Os agrotóxicos são produtos adicionados às plantações para acelerar ou aumentar a produção e deixar o produto mais “bonito” ao consumidor” (EstTQ84).*

*“Os agrotóxicos são substâncias que protegem plantações de pragas e pestes” (EstTQ85).*

*“Agrotóxicos são substâncias químicas que são utilizadas para o extermínio de pragas” (EstTQ90).*

Nessa linha de pensamento, os estudantes mostraram já ter algum conhecimento acerca dos malefícios dessas substâncias químicas. Assim, uma aluna comentou que:

*“Os agrotóxicos não são bons nem para os seres humanos nem para o meio ambiente, pois trata-se de um veneno nocivo à saúde mesmo em concentrações baixas, já que o uso contínuo é grande e os agrotóxicos são utilizados em todos os alimentos produzidos em lavouras e estufas para se obter uma melhor qualidade no alimento, mas, em contrapartida, há uma piora na saúde humana” (EstTQ92).*

A próxima contribuição veio de um educando que disse que:

*“Os agrotóxicos não são bons, uma vez que contaminam o alimento, o solo, o trabalhador, a flora e, consequentemente, a fauna, a hidrografia etc” (EstTQ95).*

Conforme a experiência de um aluno para a utilização de menos produtos químicos, ele relatou ao grande grupo que:

*“Os funcionários da fazenda de meu tio já haviam utilizado diversos tipos de defensivos, mas nada resolvia o problema de carrapatos no gado. Fiz uma pesquisa sobre o assunto, continuamos a passar os defensivos nos animais, mas fiz manejo de pastagem, descobrimos o ciclo do carrapato e começamos a realizar várias ações para o combate dos carrapatos. Descobrimos que não era feita a limpeza de todo o*

*rebanho e, por isso, uns contaminavam os outros. Devido a essas ações, começamos a utilizar menos veneno do que usávamos antes e, a partir disso, começamos a entregar boi para frigorífico com sanidade 100%” (EstTQ96).*

Dessa maneira e com a resolução dos problemas propostos, vieram à tona discussões acerca de uma agricultura sustentável, como uma forma de enfrentamento dos problemas socioambientais dos agrotóxicos e para o desenvolvimento de novas relações entre os seres humanos e entre os seres humanos e a natureza, tanto em sua dimensão natural, quanto social, cultural e econômica. Um dos questionamentos da situação-problema era que os grupos 3 e 4 pesquisassem sobre alternativas para o cultivo agrícola sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso. Assim sendo, os grupos buscaram informações a esse respeito e discutiram essa solução. Outro problema que também causou tomada de consciência e boas arguições foi a proposta que solicitava que os aprendizes pesquisassem a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. Além disso, questionava se o cultivo sem o uso de agrotóxicos seria o único critério utilizado para definir se um alimento é ou não “orgânico.”

*[...] os problemas apresentados levaram os educandos a refletir acerca de outras formas de agricultura, que não prejudicam demasiadamente o ambiente como a prática tradicional que utiliza agrotóxicos o faz, utilizando quantidades menores de agrotóxicos ou até mesmo não fazendo uso dessas substâncias químicas.*



Pelas discussões realizadas e pelas resoluções dos problemas entregues nos relatórios, percebemos que os educandos entenderam que a agricultura orgânica é um processo produtivo que está comprometido com a organicidade e a sanidade da produção de alimentos vivos, com o objetivo de preservar a saúde dos seres humanos. Com esse intuito, utiliza tecnologias que são pertinentes à realidade do local de produção. Esse é um tipo de agricultura que não usa agrotóxicos e viabiliza a restauração e manutenção da biodiversidade. Da mesma forma, utiliza fertilizantes naturais, rotatividade de culturas, uso racional da água, além de técnicas que possam ser adaptadas à realidade do local de cultivo (Carneiro *et al.*, 2015; Santos e Mól, 2013).

Pelas apresentações e debate final acerca do trabalho proposto, verificamos a tomada de consciência dos alunos sobre os malefícios que os agrotóxicos podem causar, assim como uma possibilidade para uma agricultura sustentável. Nessa linha de pensamento, entendemos que esse processo de tomada de consciência, que foi analisado na presente pesquisa, não é, de fato, conscientização. Segundo Freire (1980), “esta tomada de consciência não é ainda conscientização, porque esta consiste no desenvolvimento crítico da tomada de consciência” (p. 26). Para Leff (2015), tendo em vista a gravidade da crise ambiental, o processo educacional deve favorecer a conscientização com o objetivo de estabelecer condutas sociais as quais impeçam consequências negativas sobre o ambiente e criar habilidades técnicas com o intuito de solucionar problemas socioambientais. A educação relacionada ao ambiente compreende-se como um treinamento em proteção ambiental ou como uma instrução que permita aos estudantes resolver problemas socioambientais e lhes dê uma visão e convicções como base para um comportamento responsável com a natureza. Os programas de formação ambiental são iniciais e

dirigidos para a criação de uma racionalidade alternativa, a qual esteja apta a entender, promover, mobilizar e articular os processos naturais, tecnológicos e sociais que expandam as opções para outro desenvolvimento (Leff, 2015).

Uma das questões do questionário aplicado, após o término das sequências didáticas, estava relacionada com a autoavaliação quanto ao método proposto, a RP. Todos os 109 participantes da pesquisa responderam ao questionário.

Analizando o Gráfico 1, observamos que a maioria dos alunos concordou que o trabalho, através da metodologia

de RP, favoreceu o trabalho em equipe, contribuiu para a aprendizagem dos mesmos sobre a temática agrotóxicos e que estes colaboraram com os demais colegas de grupo, ajudando de forma ativa na resolução do problema proposto.

Os diagnósticos do gráfico permitem afirmar que, nos itens apresentados, praticamente todos os alunos registraram respostas favoráveis à contribuição da RP

para o seu aprimoramento sobre a temática agrotóxicos e perceberam as contribuições da metodologia para o desenvolvimento do senso de participação e trabalho em equipe.

Por todos os dados e resultados da presente pesquisa e os referenciais que nos apropriamos na mesma, compreendemos que no nosso estudo temos indicativos capazes de analisar o processo de tomada de consciência dos estudantes a respeito dos problemas socioambientais relacionados aos agrotóxicos e das possibilidades da agricultura sustentável, a partir da vivência da metodologia da RP. O caráter investigativo da metodologia de RP, coloca o aprendiz no centro do processo de aprendizagem. Assim sendo, por intermédio da busca de conhecimento, formulação de hipóteses e trocas de experiências, assegura-se a fixação e retenção dos conteúdos e competências por parte dos estudantes. Além do mais, a RP também traz benefícios, tais como: maior participação,

Por todos os dados e resultados da presente pesquisa e os referenciais que nos apropriamos na mesma, compreendemos que no nosso estudo temos indicativos capazes de analisar o processo de tomada de consciência dos estudantes a respeito dos problemas socioambientais relacionados aos agrotóxicos e das possibilidades da agricultura sustentável, a partir da vivência da metodologia da RP.

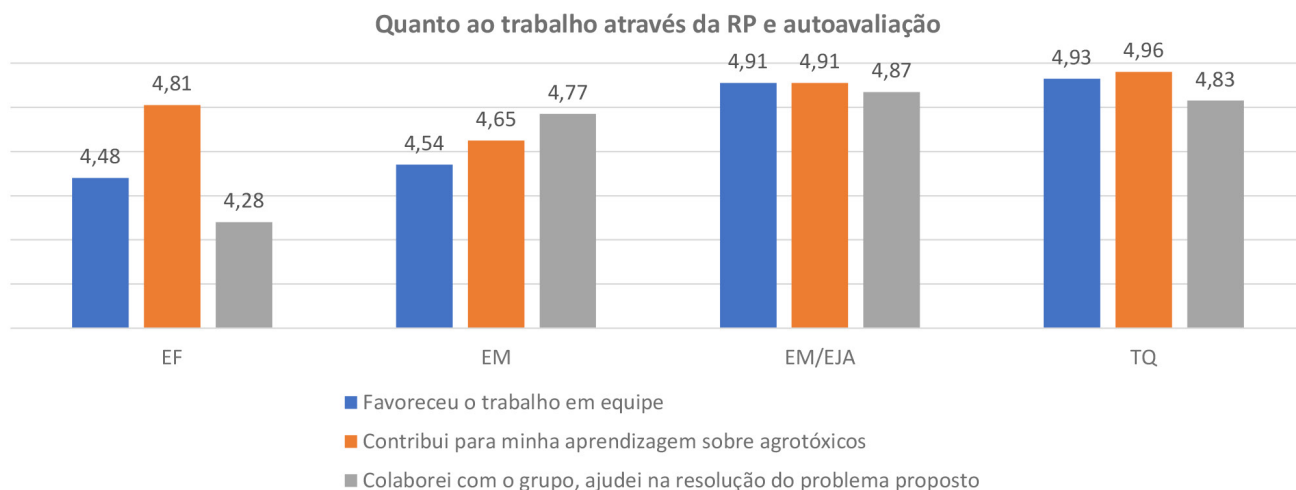


Gráfico 1: Quanto ao trabalho através da metodologia de RP e autoavaliação



já que os assuntos abordados partem da realidade do aluno; estímulo da criatividade, pois os aprendizes precisam ativar seu senso criativo na busca de soluções para um determinado problema; incentivo à pesquisa em materiais didáticos, bibliotecas, ambientes virtuais; responsabilidade, trabalho em equipe e organização com o intuito de chegarem às suas próprias conclusões. Ademais, pudemos observar a autonomia dos estudantes do TQ na capacidade de tomada de decisões, criticidade na condução das discussões e pesquisas necessárias para a resolução dos problemas.

Além do mais, notou-se que os grupos, de uma maneira geral, perceberam que a busca por uma vida mais saudável implica, entre outros fatores, o consumo de produtos de boa qualidade e esses produtos são oriundos de uma agricultura sustentável. Assim, os alimentos que chegam à mesa do consumidor não possuem agrotóxicos, não prejudicando a saúde humana ou o meio ambiente. Da mesma maneira, entenderam que a agricultura sustentável é justa do ponto de vista social, é economicamente exequível e deve garantir, às futuras gerações, a capacidade de prover as necessidades de produção e vida no planeta.

Concordamos com Boff (2012) quando o autor detalha que o capitalismo criou uma cultura do eu sem o nós e o socialismo do nós sem o eu. Enquanto o que precisamos é de uma relação do eu com o nós, por meio de uma democracia social e participativa que priorize a diversidade de espécies e culturas. Nesse sentido, ao longo das atividades de RP procuramos enfatizar os riscos de algumas ações governamentais, como o Projeto de Lei (PL) nº 6.299/2002, conhecido como Pacote do Veneno, que visa alterar o Decreto 4.074/2002 que, por sua vez, regulamenta a Lei de Agrotóxicos nº 7.802/1989, em tópicos bastante relevantes, no sentido de flexibilizar o uso e de liberar a comercialização de novos agrotóxicos. Os enunciados dos problemas questionavam sobre o conceito de agrotóxicos, o que possibilitou a investigação e discussão sobre a troca do nome “Agrotóxicos” para “defensivos fitossanitários”, como era previsto no referido PL. Acreditamos que a expressão “defensivo” induz à falsa sensação de segurança, o que poderia levar os consumidores a pensarem na disponibilidade de alimentos mais seguros para serem consumidos, fato que pode ser um dos exemplos de influência dos poderes político e econômico nos problemas socioambientais. Pelo contrário, essa vasta utilização deixa que esses produtos tenham mais possibilidades de ocasionar danos aos diferentes biomas brasileiros e a uma grande parte da população brasileira, exposta a essas substâncias tóxicas presentes na água, solo e alimentos, como vegetais, carne, leite e derivados (Ribeiro *et al.*, 2018). Outrossim, o vídeo utilizado para introduzir a atividade (O veneno está na mesa 1) contempla ampla base de dados que possibilita a compreensão de que o cenário que temos hoje é consequência de

Acreditamos que a expressão “defensivo” induz à falsa sensação de segurança, o que poderia levar os consumidores a pensarem na disponibilidade de alimentos mais seguros para serem consumidos, fato que pode ser um dos exemplos de influência dos poderes político e econômico nos problemas socioambientais.

ações e atuações políticas, entre outras, que visam atender interesses de grupos restritos, em detrimento do interesse coletivo da sociedade.

Enfatizamos que na atualidade estamos vivenciando ações governamentais contundentes, como a aprovação do Decreto nº 10.833/2021 que prevê regras muito mais flexíveis para o registro e comercialização dos agrotóxicos. No caso de uma nova utilização dos enunciados dos problemas apresentados neste artigo, sugerimos que este documento seja incorporado como exemplar de influências das ações políticas e governamentais que afetam a problemática socioambiental que está em discussão e que poderá tornar o Brasil um terreno “fértil” para ações pouco sustentáveis.

## Conclusão

A crise ambiental pela qual passam o Brasil e o mundo nos faz refletir acerca da função da escola na formação de cidadãos que sejam aptos a serem críticos sobre suas consequências e combatê-la. Acreditamos que o ambiente escolar é um local favorável para o desenvolvimento de uma prática educativa voltada para o fomento de valores relacionados à Educação Ambiental Crítica, que objetiva a compreensão dos conceitos relacionados com o meio ambiente, sustentabilidade, preservação e conservação, tendo em vista uma metodologia diferenciada como a Resolução de Problemas.

À vista disso, o objetivo deste artigo foi analisar o processo de tomada de consciência a respeito

dos problemas socioambientais causados por agrotóxicos e da importância do desenvolvimento da agricultura sustentável, por estudantes de diferentes etapas e modalidades da Educação Básica, a partir da vivência da metodologia da Resolução de Problemas no Ensino de Química.

O que percebemos com a utilização da metodologia de Resolução de Problemas foi que os educandos puderam, por intermédio da proposta e do tema apresentados, tomar consciência da importância de uma agricultura sustentável para uma vida com mais qualidade e da viabilidade desse tipo de plantio. Essa metodologia desenvolveu nos estudantes o senso de participação e trabalho em equipe, através de uma temática na qual estavam inseridos, possuíam conhecimentos prévios e puderam ampliá-los durante o trabalho realizado. Destacamos que no EF os estudantes passaram a ter maior clareza sobre o conceito de agrotóxicos e possibilidades de plantio alternativos. No EM e EM/EJA aspectos como a classificação dos tipos de agrotóxicos e toxicidade foram destaque, assim como o estudo sobre policultura e agricultura orgânica. No TQ verificamos o aprofundamento conceitual dos aspectos já citados e o desenvolvimento de autonomia dos participantes nas discussões, na resolução dos problemas e apresentações orais, sua criticidade frente aos problemas

propostos. Ademais, procuramos enfatizar a forte intervenção antrópica que vem reduzindo a capacidade de resiliência do meio ambiente, além da relação dos fatores econômicos e políticos imbricados nas relações sociais constituídas pelo sistema capitalista.

Faz-se necessária, na escola, a problematização da Educação Ambiental, tendo em vista suas múltiplas possibilidades e com o intuito de os educandos poderem repensar práticas sociais nocivas ao homem e ao meio ambiente. Outrossim, precisamos repensar o papel do professor, que não deve ser o de transmitir conhecimentos já prontos, mas ser o mediador da aprendizagem, contribuindo para a construção de um conhecimento necessário para que os estudantes possam ser críticos e reflexivos, tendo a responsabilidade para construir uma sociedade planetária mais equitativa e ambientalmente sustentável.

Esperamos que os resultados deste trabalho possam contribuir para fomentar conhecimentos e reflexões para novos estudos na área da Educação e Ensino de Química no contexto escolar quanto ao saber ambiental.

## Notas

<sup>i</sup>A totalidade 9 corresponde à última etapa do ensino médio da modalidade EJA.

<sup>ii</sup>O referido curso possui quatro etapas, sendo que a última etapa corresponde ao estágio obrigatório.

<sup>iii</sup>Número do Parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: 3.495.883.

<sup>iv</sup>Todas as intervenções pedagógicas tiveram um intervalo de 15 minutos.

<sup>v</sup>Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8RVAgD44AGg>>. Acesso em 29 de set. 2021.

<sup>vi</sup>Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>>. Acesso em 29 de set. 2021.

**Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro** (professordanielufrgs@hotmail.com), pós-doutorando da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), integrante do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química - GPEQ/UFRGS. Porto Alegre, RS - BR. **Tania Denise Miskinis Salgado** (tania.salgado@ufrgs.br), doutora em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professora do Programa de Pós-Graduação em Química e Programa de Pós-Graduação de Educação em Ciências da UFRGS, integrante do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química - GPEQ/UFRGS. Porto Alegre, RS - BR. **Carla Sirtori** (carla.sirtori@ufrgs.br), doutora em Química pela Universidade de Almería (UAL) Espanha, professora do Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS, integrante do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química - GPEQ/UFRGS. Porto Alegre, RS - BR. **Camila Greff Passos** (camila.passos@ufrgs.br), doutora em Educação Química pela UFRGS, professora do Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS, integrante do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química - GPEQ/UFRGS. Porto Alegre, RS - BR.

169

## Referências

AZNAR, M.; MERCEDES, M.; NIETO, V. e PALOMA, M. La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 27, n.3, p. 343-360, 2009.

BELCHIOR, D. C. V., SARAIVA, A. S., LÓPEZ, A. M. C. e SCHEIDT, G. N. Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2014.

BOFF, L. *Sustentabilidade: o que é, o que não é*. Petrópolis: Vozes, 2012.

BOGDAN, R. C. e BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Portugal: Porto Editora, 1994.

CARNEIRO, F. F., RIGOTTO, R. M., AUGUSTO, L. G. S., FRIEDRICH, K. e BÚRIGO, A. C. (Org.). *Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro/São Paulo: Expressão Popular, 2015, p. 624.

COSTA, L. S. O.; ECHEVERRÍA, A. R. e RIBEIRO, F. L. O processo de tomada de consciência e a formação de conceitos da Educação Ambiental na formação inicial de professores de Ciências/Química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.17, n. 3, p. 803-834, 2017.

DE DAVID, L. Síntese do seminário sobre mudanças climáticas desafios da sustentabilidade e da produção de alimentos saudáveis. In: DE DAVID, L., MELGAREJO, L., BRACAGIOLI, A., SERAFINI, L. e PAULUS, G. (Org.). *Agricultura familiar, produção de alimentos saudáveis e preservação ambiental: relatório verde 2018*. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2018. p. 119-134.

FERNANDES, L. S. e CAMPOS, A. F. Tendências de pesquisa

sobre a resolução de problemas em Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 16, n. 3, p. 458-482, 2017.

FERNANDES, C. S. e STUANI, G. M. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. *Educação & Realidade*, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.

FREIRE, P. *Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. São Paulo: Cortez, 1980.

FONSECA, M. R. M. *Química Ensino Médio*. 1 ed. v. 2. Porto Alegre: Ática, 2013. p. 320.

GEWANDSZNAJDER, F. *Projeto Teláris: Ciências da Natureza*, Planeta Terra. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015a. p.264.

GEWANDSZNAJDER, F. *Projeto Teláris: Ciências da Natureza*, Vida na Terra. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015b. p. 296.

GHINI, R. e BETTIOL, W. Proteção de plantas na agricultura sustentável. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.17, n.1, p.61-70, Jan./Abr. 2000.

GOI, M. E. J. e SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de Resolução de Problemas e atividades experimentais. *Química Nova na Escola*, v. 31, p. 203- 209, 2009.

HANLON, S. M. e RELYEA, R. Sublethal effects of pesticides on predator-prey interactions in amphibians. *Copeia*, v. 4, p. 691-698, 2013.

LEFF, E. *Saber Ambiental*. Petrópolis: Vozes, 2015.

LIKERT, R. Una técnica para medir actitudes. In: LIKERT, R. e SUMMERS, G.F. (Ed.) *Medición de actitudes*. México: Editorial Trillas, 1976. p. 182-191.

MARQUES, L. *Capitalismo e colapso ambiental*. Campinas: Unicamp, 2018.

MARTÍNEZ, F. P. e MARTÍNEZ AZNAR, M. M. La metodología de resolución de problemas como investigación

(MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 32, n. 3, p. 469-492, 2014.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. D. S.; LARA, S. S. D.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. D. C. e PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

POZO, J. I. *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

POZO, J. I. *Aprender en tiempos revueltos*. La nueva ciencia de la aprendizaje. Madrid: Alianza, 2016.

PORLÁN A. R. e MARTÍN, J. *El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula*. 6 ed. Sevilla: Díada, 1998.

RIBEIRO, D. C. A., PASSOS, C. G., SIRTORI, C. e MARCINKOWSKI, C. A. *A temática agrotóxico e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências*. Curitiba: Appris, 2018.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G. e SALGADO, T. D. M. A metodologia de resolução de problemas no ensino de ciências: as características de um problema eficaz. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 22, p. 1-21, 2020.

RIBEIRO, D. C. A.; LARANJO, M. T.; SIRTORI, C. e PASSOS, C. G. Plaguicidas: um análisis del tema em los libros de texto de química indicados por el Programa Nacional de Libros de Texto (PNLD) 2015. *ACTIO*, v. 6, n. 1, p. 1-24, 2021.

RUPPENTHAL, R. e SCHETINGER, M. R. C. A argumentação e a capacidade de resolver problemas em estudantes do ensino fundamental. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 2, p. 35-52, nov. 2017.

SANTOS, E. R., FERREIRA, A. C., SERPE, B. M. e ROSSO,

A. J. Uso dos termos consciência, conscientização e tomada de consciência nos trabalhos paranaenses de Educação Ambiental. *Revista de Educação Pública*, v. 22, n. 48, p. 103-123, jan./abr. 2013.

SANTOS, M. e GLASS, V. (Org.). *Atlas do agronegócio: fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos*. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2018.

SANTOS, W. L. P. e MÓL, G. S. (Org). *Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã*. 2 ed. São Paulo: AJS, 2013.

SCRIVANO, C. N., OLIVEIRA, E. R., LISBÔA, J. C. F., CARNEIRO, M. C. C. C., JUNIOR CASTILHO, M. e GORSKI, R. *Ciências, transformação e cotidiano: Ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos*. 1 ed. São Paulo: Global, 2013.

TOZONI-REIS, M. F. C. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: LOUREIRO, C. F. B. *A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação*. Rio de Janeiro: Quartet, 2007, p. 177-221.

TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 3, n. 1, p. 155-169, 2008.

VASCONCELOS, C.; LOPES, B.; COSTA, N.; MARQUES, L. e CARRASQUINHO, S. Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007.

ZOWADA C.; FRERICHS N.; ZUIN V. G. e EILKS I. Developing a lesson plan on conventional and green pesticides in chemistry education: a project of participatory action research. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 21, p. 141-153, 2020.

**Abstract:** *Sustainability and Environmental Education in Chemistry Teaching: contributions towards the awareness about sustainable agriculture.* This article aims to analyze the students' awareness-raising process regarding the socio-environmental problems related to pesticides and the possibilities of sustainable agriculture, based on the experience of the Problem-Solving methodology. The research was developed with 109 students at different levels of Basic Education, from three state public schools in Porto Alegre/RS. The data were produced through records in the Field Diary, questionnaires, and written productions of the students, for later qualitative and interpretive analysis. With the dataset analyzed, we identified that in Elementary School, students began to have greater clarity about the concept of pesticides and alternative planting possibilities. Aspects such as the classification of types of pesticides, polyculture and organic agriculture were highlighted in the High School resolutions. In Technical Education in Chemistry, we verified the conceptual depth and criticality regarding the relations of economic and political factors imbricated in environmental issues.

**Keywords:** problem-solving, chemistry teaching; sustainable agriculture.



A publicação deste artigo foi patrocinada  
pelo Conselho Federal de Química (CFQ)



**Problemas produzidos pelos pesquisadores e utilizados nas quatro intervenções pedagógicas.**

**Problema 1 EF:** A população do planeta Terra está em torno de sete bilhões de pessoas! Alimentar toda essa gente é um grande desafio. Principalmente se considerarmos que todos têm o direito básico de satisfazer suas necessidades nutricionais mínimas. Nesse cenário, nas últimas décadas, as culturas alimentares têm aumentado consideravelmente. Isso foi possível, em grande parte, graças ao resultado obtido na luta contra as pragas da agricultura. Nesse contexto, é inegável que os Agrotóxicos têm tido um papel muito importante. No entanto, a aplicação desses produtos químicos tem sido tão intensa que uma parte deles tem persistido no ambiente e intoxicado trabalhadores que aplicam os Agrotóxicos nas lavouras. Faça uma pesquisa a respeito da definição de Agrotóxicos e os problemas de saúde que eles podem causar no organismo humano. Que cuidados o agricultor deve ter ao utilizar os Agrotóxicos?

**Problema 2 EF:** Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica, não somente aqueles que utilizam grandes extensões de terra para a monocultura (cultivo de um único tipo de vegetal), mas também os que têm sua atividade baseada na agricultura familiar, que geralmente utiliza menores extensões de terra para a policultura (cultivo de vários tipos de vegetais em uma mesma área). Por intermédio de uma investigação, explique por que a policultura utiliza menos Agrotóxicos do que a monocultura e quais os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar. Descreva, também, outra maneira que o uso de Agrotóxicos pode ser reduzido na agricultura.

**Problema 3 EF:** Estima-se que 90% dos agricultores “orgânicos” no Brasil seriam pequenos produtores ligados a ONGs e cooperativas. Os 10% restantes corresponderiam aos grandes produtores vinculados a empresas privadas. Por ter um custo mais elevado, consequentemente, preço mais alto do que o dos produtos convencionais, os produtos “orgânicos” são comercializados principalmente em regiões onde a renda é mais elevada. Quando não é possível consumir alimentos “orgânicos”, uma opção para diminuir a ingestão de aditivos agrícolas sintéticos é comprar frutas, legumes e verduras da época. Alimentos fora da época costumam receber cargas maiores de Agrotóxicos. Nesse contexto, escreva algumas maneiras de selecionar alimentos com menos resíduos de Agrotóxicos e explique como o controle biológico pode diminuir o uso desses produtos químicos.

**Problema 1 EM e EM/EJA:** Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. A Química entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema, os

chamados Agrotóxicos. Você é professor de Química de uma zona rural de Porto Alegre e descobriu que alguns dos seus alunos são agricultores e não utilizam roupas de proteção apropriadas na aplicação de Agrotóxicos nas lavouras. Você dará aula para esses estudantes e outros que também precisam saber sobre os cuidados que devem ter com os Agrotóxicos. Faça uma pesquisa a respeito da definição de Agrotóxicos e a finalidade para a qual são utilizados na agricultura. Dê exemplo de um defensivo agrícola, seu nome, estrutura química e os problemas de saúde e danos ao organismo humano que esse Agrotóxico e outros podem causar. O que os agricultores podem fazer para amenizar os riscos à saúde no momento da aplicação de Agrotóxicos?

**Problema 2 EM e EM/EJA:** Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica. Devido a doenças e ervas daninhas, os agricultores utilizam Agrotóxicos para controlar essas pragas. Agrotóxicos são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças, ou plantas daninhas que causam danos às plantações. Os Agrotóxicos também podem ser chamados de defensivos agrícolas ou agroquímicos, mas apesar dos diferentes nomes, todos possuem o mesmo significado. Você foi contratado para analisar e resolver o problema da pulverização de Agrotóxico em um arrozal. O Agrotóxico é pulverizado por aviões em lavouras de arroz, mas nas imediações há moradores, animais e um rio corta a plantação. Quais seriam as consequências de realizar uma aplicação aérea de Agrotóxicos sem um estudo prévio das condições meteorológicas e do entorno dessa pulverização? Pesquise sobre as alternativas para o cultivo de agriculturas sem a utilização de Agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso. Discuta, também, quais as vantagens e desvantagens de cada uma dessas alternativas e decida quais delas você considera mais eficiente para diminuir o uso de Agrotóxicos.

**Problema 3 EM e EM/EJA:** O desenvolvimento tecnológico contribui de forma significativa para o aumento da produtividade agrícola, elevando a quantidade de alimentos produzida por área cultivada. Esse aumento de produtividade possibilitou uma maior disponibilidade de alimentos para a população. No entanto, a exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição de áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além do que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante disso, a agricultura orgânica tem aumentado muito no Brasil e tem tido um mercado promissor. O alimento orgânico é originário do reino vegetal e cultivado sob circunstâncias específicas sem uso de Agrotóxicos, pesticidas, hormônios e outros. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. Dê um exemplo de controle natural de pragas com

aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os Agrotóxicos.

**Problema 1 TQ:** Apesar de toda a evolução da aplicação química na agricultura, um grande problema continua a ameaçar a população mundial: a fome. Cerca de 856 milhões de pessoas, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), continuam sem ter acesso à alimentação básica para seu sustento. Além desse problema, outro aflorou na segunda metade do século passado: a degradação do meio ambiente. O cultivo extensivo de monoculturas exigiu o uso indiscriminado de fertilizantes e de agrotóxicos, os quais são responsáveis por grandes alterações no ecossistema, poluindo o solo, contaminando a vida silvestre e a água, além de provocar graves problemas de saúde às pessoas. Você é Técnico em Química e tem como objetivo analisar a quantidade de substâncias tóxicas que estão presentes nos agrotóxicos para, posteriormente, estudar os problemas ambientais que essas substâncias químicas podem causar. Em seus estudos, você está examinando o DDT (diclorodifeniltricloroetano), um exemplo de agrotóxico da classe dos Organoclorados, e suas consequências e verifica que há vestígios de DDT, exemplo de até em focas e pinguins da Antártica, região em que este não foi usado. Explique como os pinguins e as focas podem ter sido contaminados na Antártica. Investigue, também, quais os problemas ambientais (incluindo os danos à saúde) que o DDT e outros agrotóxicos podem causar. Além disso, diante do grande potencial de contaminação dos agrotóxicos, fale sobre os cuidados que o agricultor deve ter ao utilizar essas substâncias químicas.

**Problema 2 utilizado TQ:** A exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição das áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além de que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante desse quadro, surge o grande desafio sobre como conciliar

produção de alimentos com preservação ambiental. Esse é um debate que suscita dúvidas e posições polêmicas, sobre as quais devemos buscar alternativas. O conhecimento químico tem sido fundamental para esclarecer muitos desses pontos e fornecer subsídios técnicos importantes que devem ser levados em conta com aspectos econômicos, sociais políticos e ambientais na busca de melhores alternativas. Nesse contexto, é fundamental usar técnicas agrícolas que ofereçam manutenção e conservação do solo. A preocupação exagerada com o rendimento financeiro tem provocado práticas agrícolas muito agressivas ao ambiente. Assim, hoje, uma nova consciência precisa ser desenvolvida, a da produção comprometida com o menor impacto ambiental. Busque informações e descreva 4 classes de agrotóxicos, suas características gerais e o uso de cada uma delas. Escreva a estrutura química dos agrotóxicos pesquisados e identifique os grupos funcionais presentes nessas estruturas. Pesquise sobre alternativas para o cultivo da agricultura sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso.

**Problema 3 TQ:** Agricultura sustentável pode significar uma agricultura que seja socialmente justa, economicamente viável e ecologicamente equilibrada. Por exemplo, pela implementação de sistemas agroflorestais; a adoção do sistema de rodízio de culturas (quando os nutrientes do solo se tornam insuficientes para determinada lavoura, planta-se outra espécie e, assim, diminui-se o uso de fertilizantes); ou a utilização de inseticidas biológicos (espécies de bactérias ou de insetos que combatem insetos nocivos sem prejudicar a planta). Práticas como essa foram incorporadas pela agricultura orgânica. Agricultura é fonte de desenvolvimento. Reconhecer o valor da natureza e de sua biodiversidade implica buscar o uso sustentável desses recursos. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. O cultivo sem o uso de agrotóxicos é o único critério utilizado para definir se um alimento é ou não “orgânico”? Explique.