



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS - CFM
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA

CAROLINE RODRIGUES

**A TEMÁTICA DE AGROTÓXICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR PARA
AS PRODUÇÕES DA REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**

FLORIANÓPOLIS

2024

CAROLINE RODRIGUES

**A TEMÁTICA DE AGROTÓXICOS NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR PARA
AS PRODUÇÕES NA REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Licenciatura em Química do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como parte do requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientação: Carolina dos Santos Fernandes, Dr^a

FLORIANÓPOLIS

2024

Ficha catalográfica gerada por meio de sistema automatizado gerenciado pela BU/UFSC.
Dados inseridos pelo próprio autor.

Rodrigues, Caroline

A temática de agrotóxicos no ensino de química: um olhar para as produções na revista Química Nova na Escola / Caroline Rodrigues ; orientadora, Carolina dos Santos Fernandes, 2024.

53 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Química - Licenciatura, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Química - Licenciatura. 2. agrotóxico. 3. ensino de química. 4. análise textual discursiva. I. Fernandes, Carolina dos Santos. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Química - Licenciatura. III. Título.

CAROLINE RODRIGUES

**A temática de agrotóxicos no ensino de química: um olhar para as produções na revista
Química Nova na Escola**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção de Licenciada em Química e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Química.

Florianópolis, 27 de março de 2024.

Coordenação do Curso

Banca examinadora

Prof^a. Carolina dos Santos Fernandes, Dr^a.
Orientadora

Prof^a. Érica Dayane Souza Dias, Me.
UFSC

Alechania Misturini, Dr^a.
Universitat de València, UV, Espanha

Florianópolis, 2024.

AGRADECIMENTOS

A todos meus parceiros de jornada, principalmente ao meu esposo Lucas Postal, pela paciência, compreensão, amor, carinho e toda parceria. Como sempre, a caminhada ao teu lado é muito mais leve e tenra! Aos meus amigos e amigas daqui da ilha, cuja presença sempre se faz bastante leve, engraçada e espirituosa.

À minha família, que de uma forma ou outra que se fez presente em minha vida, apoiando direta ou indiretamente, e sempre ressaltando a importância dos estudos. A todos amigos e amigas que fiz ao longo do curso, que por conta da pandemia do COVID-19, iniciou-se na forma remota e depois progrediu para o presencial, parceiros nos estudos, realização de trabalhos, seminários e também dos desabafos das aventuras e perrengues da vida.

À minha orientadora, prof.^a Carolina dos Santos Fernandes, pela confiança em mim depositada, pela paciência em me orientar, pelas longas, filosóficas e profícuas conversas que tivemos ao longo de nossa jornada. Às membras da banca avaliadora, prof.^a Érica D. Souza Dias e Alechania Misturini, pela disponibilidade e auxílio no aprimoramento deste trabalho.

A todo aprendizado que a licenciatura em química me proporcionou, em termos de formação e caráter, de como o(a) professor(a) e ambiente escolar são importantes na formação de cidadãos críticos, conscientes e principalmente, seres pensantes. Com toda certeza foi uma jornada de muito aprendizado e desconstrução, pois estar comprometida com a educação definitivamente é não é uma tarefa simples, tampouco apolítica.

“A educação é um ato de amor, por isso, um ato de coragem. Não pode temer o debate. A análise da realidade. Não pode fugir à discussão criadora, sob pena de ser uma farsa”.

Paulo Freire.

RESUMO

O Brasil tem se destacado na ampla utilização de agrotóxicos. Nesta direção, a temática do agrotóxico precisa urgentemente ser mais discutida no âmbito educacional brasileiro, de forma crítica. Por se tratar de um tema controverso sociocientificamente, existe a necessidade da compreensão crítica das diferentes dimensões envolvidas. A falta de informações, aliada à propaganda que a indústria agroquímica proporciona, são as principais portas de entrada para que o Brasil lidere o *ranking* de uso de agrotóxicos. O ensino de química é uma possibilidade de olhar para a temática à luz de uma discussão conceitual articulada à dimensão social. O trabalho em tela focou em um levantamento e análise de publicações a respeito desta temática supracitada na revista Química Nova na Escola (QNEsc). A escolha da revista em questão justifica-se por ser uma revista da área de ensino de química voltada para a escola. A metodologia utilizada nesta pesquisa foi a análise textual discursiva (ATD) para um estrato dos principais trabalhos relacionados à temática de agrotóxicos no ensino de química. Pôde-se constatar a importância do ensino de química no contexto das comunidades rurais, principalmente no que tange a temática, pois ao conectar o conteúdo curricular com as experiências vivenciadas pelos alunos em suas comunidades, ressalta-se a importância de uma educação contextualizada, que não apenas forneça conhecimento teórico, mas também promova reflexão crítica e ação transformadora. E isso pode refletir para que num futuro próximo, os debates acerca do tema não sejam de forma rasa ou esvaziada, abrangendo a complexidade que o assunto requer.

Palavras-chave: agrotóxico; ensino de química, análise textual discursiva.

ABSTRACT

Brazil has stood out in the wide use of agrochemicals. This way, the thematic area of pesticides urgently needs to be more discussed in the Brazilian educational context, in a critical way. As it is a socio-scientifically controversial subject, urges the need for a critical understanding of the different dimensions involved. The lack of information, combined with the propaganda that the agrochemical industry develops, are the main gateways for Brazil to lead the ranking of pesticide use. The teaching of chemistry is an opportunity to look at the subject in the light of a conceptual discussion articulated with the required social dimension. The present focused on a survey and analysis of publications regarding this topic mentioned above in the magazine *Química Nova na Escola* (QNEsc). The newspaper scope is justified by being teaching chemistry at schools. The methodology used in this research was discursive textual analysis (DTA) for a stratum of the main works related to the topic of pesticides in chemistry teaching. It was possible to verify the importance of teaching chemistry in the context of rural communities, especially regarding the theme, because by connecting the curricular content with the experiences lived by students in their communities, the importance of a contextualized education is highlighted, which not only provide theoretical knowledge, but also promote critical reflection and transformative action. And this may reflect so that in the near future, debates on the topic will not be shallow or empty, encompassing the complexity that the subject requires.

Keywords: pesticides, chemistry teaching, discursive textual analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagens de algumas más-formações listadas em rãs observadas na região amazônica: braquidactilia (dedo encurtado) à esquerda e microftalmia (olho pequeno) à direita.	18
Figura 2. Tipos de câncer associados com exposição ocupacional a pesticidas entre 2011 e 2020.	19
Figura 3. Processo analítico da ATD.....	21
Figura 4. Evolução temporal das publicações acerca da temática agrotóxicos na revista QNEsc.	23

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Levantamento de caracterização dos artigos relacionados e analisados.....	25
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATD	Análise Textual Discursiva
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EA	Educação Ambiental
EC	Estudo de Caso
EF	Ensino Fundamental
EJA	Educação para Jovens e Adultos
EM	Ensino Médio
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
ID	Identificação
ONU	Organização das Nações Unidas
PL	Projeto de Lei
QNEsc	Revista Química Nova na Escola
QSC	Questões sociocientíficas
RP	Resolução de Problemas
SEI	Sequência de Ensino Investigativo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Objetivo geral	14
1.2. Objetivos específicos	14
1.3. Justificativa	15
1.3.1. Panorama Brasileiro sobre uso de agrotóxicos	15
1.3.2. Ocorrência fora do Brasil sobre uso de venenos.....	19
2. CAMINHOS METODOLÓGICOS	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
3.1. Aspecto social da química	27
3.2. Realidade do estudante	31
3.3. Estratégias de Ensino	34
3.4. Papel social da escola	38
3.5. Relativização dos riscos reais da exposição	40
4. CONCLUSÕES	45
5. RECOMENDAÇÕES.....	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUÇÃO

Após o início do desenvolvimento da agricultura pelo ser humano primitivo, cerca de 10 mil anos atrás, a preocupação em estocar alimentos passou a ser primordial. Entretanto, durante este cultivo, a presença de determinados insetos, roedores, bem como microrganismos (fungos, bactérias, vírus, etc) passou a ser indesejada, justamente por haver competição por aquele alimento da cultura. Embora desde a antiguidade observa-se a presença de espécies invasoras nas plantações, o uso mais difundido dos agrotóxicos¹, segundo Rigotto e Rosa (2012) é há mais de setenta anos na “agricultura, tratamento de madeiras, na construção e manutenção de estradas, nos domicílios e até nas campanhas de saúde pública de combate à malária, doença de Chagas, dengue e etc.” (RIGOTTO; ROSA, 2012, p. 88). Atualmente a questão do uso indiscriminado de agrotóxicos ultrapassa as questões de necessidade de garantir alimentos por longos períodos, mas sim está a serviço com destaque para agroindústria e agronegócio.

A aplicação destes produtos no solo é uma prática realizada no mundo todo, visando “proteger”² as culturas de doenças e aprimorar a produtividade agrícola. Entretanto, seu uso indiscriminado pode ocasionar bioacumulação³ no solo, cursos d’água, nas plantas e grãos, e consequentemente, biomagnificação⁴ (GUPTA; GARG; SHEKHAWAT, 2022). A sua mobilidade (ou não) no solo ou nos cursos d’água é dependente das características do solo, juntamente às do agrotóxico.

Geralmente, as pessoas que trabalham no campo, estão no nível máximo de exposição ao agrotóxico, e tal situação pode trazer problemas respiratórios, renais e neurológicos, ser causadora de doenças crônicas ou até mesmo carcinogênica (GUPTA; GARG; SHEKHAWAT, 2022).

Os agrotóxicos, regulamentados pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância

¹ No presente trabalho, os termos: veneno, agroquímico, pesticida, herbicida, fitossanitários, defensivos agrícolas, entre outros, farão menção ao termo agrotóxico, por se tratarem de variações ou sinônimos da presente adjacência.

² O termo foi colocado entre aspas, pois estudos no campo da agroecologia (GUHUR; TONÁ, 2012) colocam em xeque a produção a partir do uso de agrotóxicos.

³ Quando a concentração de uma determinada substância, neste caso o pesticida, está maior no tecido vivo do que no restante do meio.

⁴ Quando ocorre a passagem desta substância entre diferentes níveis tróficos.

Sanitária), segundo o decreto nº 4.074 (BRASIL, 2002a), são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para uso, no cultivo, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas para alterar a composição da fauna, flora, a fim de preservá-la da ação de seres vivos nocivos. É possível perceber que a definição da ANVISA atribui um caráter positivo para os agrotóxicos, elemento que pode gerar na sociedade um olhar que minimiza os seus efeitos ambientais e na saúde.

Em nome da produtividade e do desenvolvimento humano, o uso de agrotóxicos começa a ser visto como uma necessidade inevitável (MUZIO, 2022). Desta forma, Moreno (2019) ressalta que a temática dos agrotóxicos como controvérsia sociocientífica deve ser inserida como tema gerador para aulas de ciências nas escolas de educação básica, por envolver dimensões políticas, econômicas, ambientais e socioculturais que precisam ser discutidas em sala de aula, promovendo assim o ensino crítico nas aulas de ciências, podendo contribuir com formação de cidadãos críticos e conscientes de suas escolhas, e ainda auxiliar no incremento de valores éticos, justiça social e responsabilidade ambiental. Misturini e Fernandes (2018) ao analisar livros didáticos de química do Ensino Médio, também destacam a necessidade de abordar a temática na Educação Básica e uma exploração mais contextualizada em materiais didáticos. Portanto, a temática dos agrotóxicos possui potencial de ser trabalhada no ensino de química em associação com aspectos sociais.

Como base no exposto, propõe-se a seguinte questão e pesquisa: como a temática dos agrotóxicos tem sido abordada no ensino de química da Educação Básica à luz de ideias exploradas em publicações da revista Química Nova na Escola?

Sendo que a questão se desdobra nos seguintes objetivos:

1.1. Objetivo geral

Discutir como a temática dos agrotóxicos tem sido abordada na revista Química Nova na Escola (QNEsc) e seus possíveis desdobramentos no ensino de química da educação básica.

1.2. Objetivos específicos

- Analisar as publicações disponíveis sobre a temática de Agrotóxicos na revista Química Nova na Escola no ensino de química;
- Fazer o levantamento destas publicações, para se ter um panorama sobre o que está sendo

pesquisado e possíveis desdobramentos no ensino de química da educação básica;

- Analisar a dimensão social a respeito da temática.

1.3. Justificativa

1.3.1. Panorama Brasileiro sobre uso de agrotóxicos

Os(as) agricultores(as), muitas vezes, não têm a dimensão real das implicações e danos da utilização dos agrotóxicos (FERNANDES; STUANI, 2015). É possível considerar que a maior parte da população brasileira está exposta, em algum nível, a esta classe de produtos, sendo possível estratificar esta exposição em grupos: o primeiro seria os trabalhadores agrícolas, que têm contato direto, que primeiro sofrem e por mais tempo; o segundo grupo seriam as comunidades nos arredores dos empreendimentos agrícolas ou industriais; e o terceiro pelos consumidores de alimentos contaminados, que pode-se extrapolar para praticamente toda a população (FERNANDES; STUANI, 2015).

Desta forma, reforça-se a necessidade e urgência de se explorar mais este tema, principalmente no Ensino de Química, no que tange a visão voltada à criticidade da sociedade, garantindo maior solidez na construção do conhecimento relacionado com a temática agrotóxicos. E o cenário brasileiro relativo à capacidade de pensamento crítico da população e preocupação com a ciência não está nos melhores dias: segundo um artigo da *Nature Human Behaviour* (BUSTAMANTE et al., 2023), o Brasil passou por uma crescente fase de negacionismo por parte da população, que pode estar relacionada com a redução nos investimentos em educação e pesquisa (entre outras áreas prioritárias), que ocorreu nos últimos nove anos, com destaque para o governo federal do período de 2019-2022. Vale mencionar que em 2019 a ANVISA reclassificou mais de 1.900 agrotóxicos, e de 698 que estavam alocados na categoria mais perigosa (classe I - extremamente tóxico), apenas 43 permaneceram, e o restante foi rebaixado para categorias menos perigosas (TOOGE, 2019).

Segundo dados do censo agropecuário de 2017 (IBGE, 2018), o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. O levantamento também mostra que 1.681.001 estabelecimentos utilizaram agrotóxicos e que 134.360 produtores o utilizam. Este número representa um crescimento de 20,4% em relação a 2006, quando 1.396.077 produtores declararam ter utilizado agrotóxicos. Esta pesquisa se deu em estabelecimentos agrícolas acima de 100 hectares (MORENO, 2019).

Ano após ano, o Brasil bate recordes de liberação de agrotóxicos: em 2019 foram 474, em 2020 foram mais 493, em 2021 mais 562, sendo que entre os 50 agrotóxicos mais usados no Brasil, 30 já são banidos em países da União Europeia (FERRANTE; FEARNESIDE, 2019). Vale lembrar também que as doses usadas no Brasil chegam a ser até 5.000 vezes maiores do que a máxima permitida por agências ambientais europeias (FERRANTE; FEARNESIDE, 2020). O glifosato é o mais utilizado no Brasil, e um estudo revelou que a disseminação deste nas lavouras de soja levou a uma alta de 5% na mortalidade infantil em municípios do Sul e Centro-Oeste que recebem água de regiões sojicultoras, representando um total de 503 mortes infantis a mais por ano associadas ao uso do glifosato na cultura de soja (MUZIO, 2022).

Um levantamento prévio feito no *site* Repórter Brasil, que reúne reportagens investigativas, apontou 9 indicações quando buscado o termo Agrotóxico:

1. <<https://reporterbrasil.org.br/2021/08/uma-cidade-envenenada-a-historia-desconhecida-de-um-dos-maiores-desastres-ambientais-do-brasil/>>;
2. <<https://reporterbrasil.org.br/2022/07/salsicha-hamburguer-e-nugget-agrotoxicos-sao-encontrados-em-58-dos-alimentos-ultraprocessados/>>
3. <<https://reporterbrasil.org.br/2022/07/trabalhadores-rurais-denunciam-intoxicacao-por-agrotoxico-e-ataque-a-tiros-em-mg/>>
4. <<https://reporterbrasil.org.br/2022/05/anvisa-para-de-testar-agrotoxicos-nos-alimentos/>>
5. <<https://reporterbrasil.org.br/2022/05/sem-fiscalizacao-adequada-cresce-uso-de-drones-para-aplicar-agrotoxicos/>>
6. <<https://reporterbrasil.org.br/2022/02/carrefour-e-condenado-por-vender-alimentos-com-agrotoxicos-proibidos-e-acima-do-limite/>>
7. <<https://reporterbrasil.org.br/2021/11/fazendeiros-jogam-agrotoxico-sobre-amazonia-para-acelerar-desmatamento/>>
8. <<https://reporterbrasil.org.br/2022/07/em-decisao-rara-empresa-e-condenada-por-contaminacao-de-funcionario-por-agrotoxicos-em-goias/>>
9. <<https://reporterbrasil.org.br/2022/05/feijao-tem-agrotoxico-proibido-ou-acima-do-limite-mas-governo-minimiza-risco/>>

É possível perceber nos títulos das reportagens acima os impactos danosos do uso de agrotóxico no contexto brasileiro.

A bancada ruralista, que age sempre em favor de grandes produtores rurais, originalmente com o projeto de lei (PL) 1.459/2022, apelidado de “PL do veneno”, propõe alterar a legislação

e facilitar o uso de veneno no país (MORENO, 2019). Entre os pontos mais problemáticos, pode-se citar (BRASIL, 2002b), segundo o trabalho de Moreno (2019, p. 374):

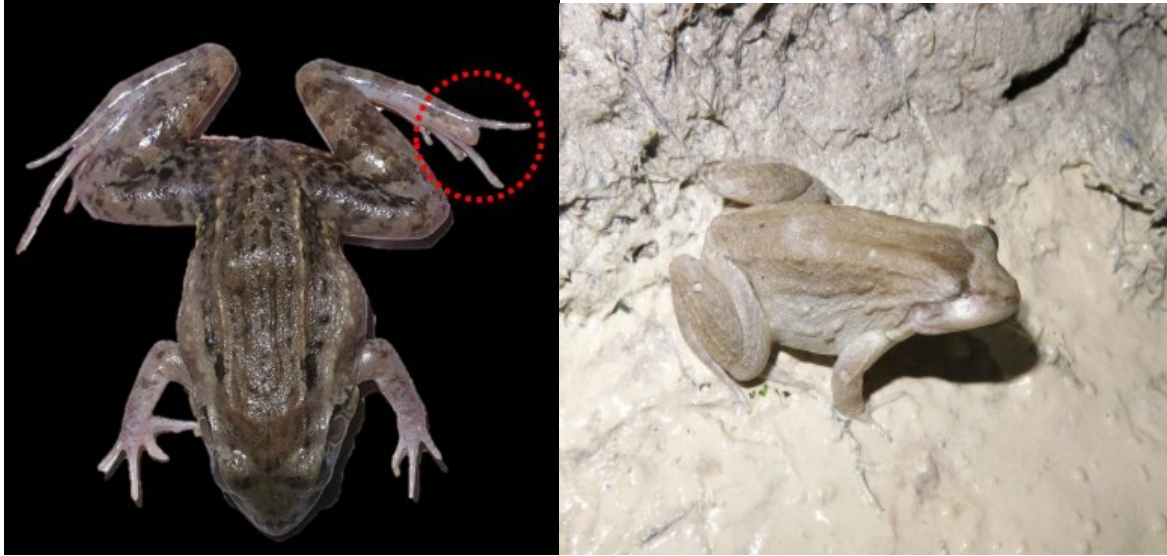
- Mudar o termo agrotóxico para “defensivos fitossanitários e produtos de controle ambiental”, tentando desvincular o caráter negativo dos venenos por meio de um eufemismo;
- A aprovação de novos agrotóxicos sem que passem por autoridades competentes, como IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) e ANVISA, criando apenas uma comissão específica, na qual estes órgãos federais não teriam poder de veto;
- Possibilidade de propaganda comercial de agrotóxicos, pois atualmente a lei determina que estes produtos devem dispor de clara advertência sobre os riscos à saúde das pessoas, animais e meio ambiente, além de estabelecer certas regras em relação ao que deve e não deve ser apresentado. Com a nova lei, não haveria nenhuma regra específica, o que possibilitaria propagandas que incentivem o uso de agrotóxicos.

Infelizmente foi aprovado pelo Senado Federal, sendo tramitado em regime de urgência, e foi sancionado pelo presidente da república como Lei nº 14.785 (BRASIL, 2023) com alguns vetos.

Designar os agrotóxicos como “defensivos agrícolas”, ou mesmo “fitossanitários” é o artifício retórico mais elementar para encobrir a natureza nociva desses produtos (CARNEIRO et al., 2015). Diante dos sérios impactos causados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos e tendo em vista que o Brasil é um país altamente agrícola, as consequências desta mistura emergem de forma intensiva, por conta da alta toxicidade e persistência no meio, podendo comprometer a saúde dos moradores da região, e fora desta. O tema agrotóxico é um assunto ainda pouco abordado no estudo tanto da química quanto de outras disciplinas na área das ciências naturais (CRUZ; MESSIAS; RIBEIRO, 2020).

Há muitos estudos com indicativos de sérios impactos ambientais causados pelo uso de agrotóxicos. Foi detectada a extinção de uma espécie de rã, além de malformações (Figura 1) em mais outras duas, numa região vizinha à aplicação do herbicida glifosato, na região amazônica (FERRANTE; FEARNSSIDE, 2020). Neste mesmo estudo, sugere-se que devido a expansão da agricultura na região amazônica, aliada à dependência destas culturas no glifosato, estão causando efeitos devastadores na biodiversidade da região. Também deve-se levar em conta que pode ser destruidora de toda a microbiota presente no solo.

Figura 1. Imagens de algumas más-formações listadas em rãs observadas na região amazônica: braquidactilia (dedo encurtado) à esquerda e microftalmia (olho pequeno) à direita.



Fonte: (FERRANTE; FEARNSSIDE, 2020).

Outro dossiê (CARNEIRO et al., 2015, p. 155) aponta que no Mato Grosso, palco do agronegócio brasileiro, monocultura e transgênicos, no município de Lucas do Rio Verde, foi encontrado resíduos de *endosulfan* e de outros organoclorados no plasma sanguíneo de sapos e rãs, além de serem detectadas más-formações apendiculares e congênicas. Neste mesmo documento, consta o aumento da incidência de intoxicações agudas por agrotóxicos, neoplasias, malformações congênicas e agravos respiratórios, tanto em animais quanto em seres humanos. Neste mesmo documento, também é destacado a persistência dos agrotóxicos, sendo este detectado em todas as amostras colhidas de leite materno (CARNEIRO et al., 2015, p. 404).

Já um estudo (DUTRA et al., 2021) conduzido com informações do Sistema de Informação sobre Mortalidade do Ministério da Saúde entre o período de 1996 e 2016, apontam correlação de aumento de taxas de câncer (mama, útero e próstata) e mortalidade em áreas de muito uso de agrotóxicos, como os estados de Mato Grosso, São Paulo e Rio Grande do Sul. Um outro estudo (PEDROSO et al., 2022) realizou uma análise bibliométrica de 62 artigos publicados entre 2011 e 2020 na plataforma *Scopus*, associando a 45 tipos diferentes de câncer, que estão elencados na Figura 2.

Figura 2. Tipos de câncer associados com exposição ocupacional a pesticidas entre 2011 e 2020.



Fonte: (PEDROSO et al., 2022).

Diante do exposto, trabalhar a temática dos agrotóxicos no ensino de química da educação básica se faz imperativo, as produções já existentes na literatura de ensino de ciências podem constituir um passo importante na elaboração de elementos para serem abordados no processo de ensino e aprendizagem.

1.3.2. Ocorrência fora do Brasil sobre uso de venenos

Quando, em 1962, publicou seu livro *Primavera Silenciosa* (CARSON, 1962), Rachel Carson marcou época ao despertar a consciência ecológico-política, trazendo a público os efeitos do DDT (p,p'-diclorodifeniltricloroetano), um inseticida até então bastante eficiente no combate à malária, que dizimou uma população de aves, fazendo com que aquela estação fosse de fato, silenciosa.

Na obra, Carson questionou o sentido de se travar uma guerra não declarada, movida por interesses econômicos e pela indústria agroquímica, cujas vítimas humanas e não humanas foram ocultadas. No primeiro momento, ela sofreu bastante resistência, ameaças e execração pública, justamente por questionar um sistema de poder corporativo, sob a ótica da argumentação de que a malária causasse a morte de milhões de pessoas. Passadas cinco décadas, a retórica de desqualificação permanece vigente, legitimando a guerra contra a vida (CARNEIRO et al., 2015).

A química desempenha um papel bastante importante para alcançar as metas de desenvolvimento sustentável, propostos pela Organização das Nações Unidas, na Agenda 2030 (ONU, 2015), além de contribuir para um desenvolvimento sustentável. Entretanto, as aulas de química, muitas vezes são vistas como impopulares e desinteressantes pelos(as) estudantes. Isto provavelmente está relacionado com a falta de compreensão da relevância do conteúdo e contexto de ensino de química (ZOWADA et al., 2020). Alguns autores sugerem uma orientação para uma perspectiva mais societal ao longo de questões sociocientíficas (QSC), no intuito de aumentar a percepção dos alunos sobre a relevância e a importância do ensino de química.

Uma das questões sociocientíficas que anda sendo discutida na comunidade científica é o uso de agrotóxicos, como o glifosato, pois existe relação entre diminuição do número de polinizadores e também aumento do número de certos tipos de câncer, segundo Zowada e colaboradores (2020). Os pesticidas são um tema com uma multiplicidade de pontos de vista, que vão desde a arena política até a economia, a sociedade, o setor agrícola e a Ciência. Por esta razão, qualquer decisão “certa” baseada na análise de custo-benefício é extremamente difícil de ser tomada. No entanto, tal decisão ainda precisa ser tomada, esperançosamente em benefício da sociedade (ZOWADA et al., 2020).

O debate sobre o glifosato, por exemplo, é tido como controverso e mesmo especialistas não conseguem chegar a um consenso: apoiadores de seu uso reforçam que a discussão não é objetiva, enquanto opositores querem banir seu uso por (potenciais) consequências. O glifosato foi desenvolvido na década de 1970, e hoje é o herbicida mais vendido no mundo, com o nome comercial de *Rundup*, de baixo custo de produção, sendo inclusive considerado de uso razoável na eliminação de ervas-daninha, e o modo de ação é a inibição de aminoácidos aromáticos (como fenilalanina e tirosina), por conta de sua similaridade química com fosfoenolpiruvato (ZOWADA et al., 2020).

2. CAMINHOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi a busca e análise de publicações sobre a temática dos agrotóxicos no periódico *Química Nova na Escola (QNEsc)*⁵. A escolha da revista deu-se pelo fato de ser de ampla divulgação na área de educação e ensino de química, ter como foco a escola, além de ser de acesso livre. Em termos de indexação, a revista possui qualis A2 nas áreas de química e de educação, de acordo com o Portal de Periódicos da CAPES⁶ (quadriênio 2017-2020).

O material analisado foram artigos em que os agrotóxicos foram o eixo central de discussão. Para a busca, foi realizado o recorte de 10 anos (2013-2023), os marcadores de busca foram as seguintes palavras-chave: Agrotóxicos, Inseticida e Ensino. O total de artigos analisados foi 07.

Os dados foram analisados à luz da Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2007). A ATD refere-se à interpretação e análise qualitativa das informações textuais, sendo constituída por três etapas: unitarização, categorização e comunicação. Na etapa de unitarização o texto é fragmentado em unidades de significado relacionados com o foco da pesquisa. Na categorização as unidades de significado são agrupadas de acordo com as semelhanças de ideias. Na última etapa, a comunicação, são redigidos metatextos analíticos a partir do objeto analítico (MORAES; GALIAZZI, 2007), cuja sequência é ilustrada na Figura 3. Na ATD, o pesquisador tem autonomia para fragmentar o conteúdo, podendo, assim, gerar unidades de significado de maior ou menor amplitude (FERNANDES, 2016).

Figura 3. Processo analítico da ATD.



Fonte: adaptado de (SILVA; SCHNEIDER, 2023).

⁵ Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/>>.

⁶ Disponível em:

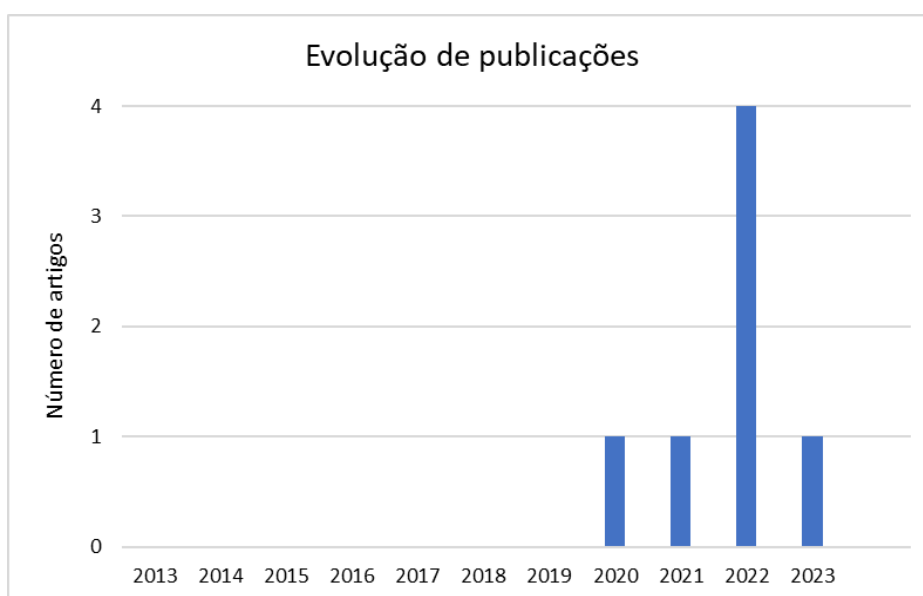
<<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>.

Dentre estes 07 artigos foram extraídas e elencadas 05 categorias das produções textuais analisadas, a saber: aspecto social da química, realidade do estudante, estratégias de ensino, papel social da escola e relativização dos riscos reais da exposição. Estas categorias convergem-se para um conhecimento escolar articulado com a realidade, evidenciando assim, o papel da escola na compreensão sobre o que os estudantes vivem pela temática de agrotóxicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa de levantamento de publicações sobre a temática de agrotóxicos no ensino de química será apresentada a seguir, analisadas sob ATD. A análise envolveu a busca das palavras-chave *agrotóxicos*, *inseticida*, e *ensino* nos resumos das edições da última década da Revista Química Nova na Escola (QNEsc). A Figura 4 ilustra a evolução ao longo dos anos: e a Tabela 1 elenca estas buscas que foram obtidas:

Figura 4. Evolução temporal das publicações acerca da temática agrotóxicos na revista QNEsc.



Fonte: a autora

A Figura 4 mostra o levantamento dos últimos dez anos das publicações abordando a temática, podendo-se ser evidenciado que entre os anos de 2013 e 2019 não houve publicações, estando elas concentradas nos anos 2020 a 2023, com ápice em 2022, com quatro publicações, denotando assim, o quão recente é o empenho em se explorar tal temática, neste periódico em específico. E dentre as publicações, pôde-se detectar em algumas delas um certo relativismo em relação ao uso de agrotóxicos, como por exemplo, proferir que seu uso pode ser seguro em determinadas concentrações, indo na contramão das conclusões de estudos agroecológicos, sendo isso discutido nas seções seguintes. Corroborando desta forma, a controvérsia e potenciais lacunas do tema.

A Tabela 1 contém os dados dos artigos analisados, como ID (identificação), título, autoria, ano e volume de publicação, foco e natureza do trabalho analisado, todos oriundos da

Revista QNEsc.

Tabela 1. Levantamento de caracterização dos artigos relacionados e analisados

ID	Título	(Autores, ano)	Vol./Ed.	Foco	Natureza/Seção	DOI
1	Relato de uma experiência pedagógica no ensino de Química: estudo das propriedades dos agrotóxicos utilizados em uma comunidade rural	(SILVA et al., 2023)	45/2	Reflexões sobre o uso dos agrotóxicos numa temática social aplicado ao ensino de química mais contextualizado, utilizando um <i>software</i> que prediz a toxicidade. Funções orgânicas e toxicidades dos agrotóxicos com alunos do ensino médio de uma zona rural.	Relatos de sala de aula.	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160321
2	Contos para o Ensino de Química: Uma abordagem Investigativa	(PIMENTEL; ANDRADE; SILVA, 2022)	44/3	Conto como contribuinte para o desenvolvimento da atividade investigativa, para fácil compreensão pelos alunos e maior permeabilidade do assunto	Ensino de química em foco. Análise de entrevistas realizadas com professores e aplicação de questionário com alunos do 9º ano da zona rural, para sequência de ensino investigativo (SEI)	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160287
3	Sustentabilidade e Educação Ambiental no Ensino de Química: contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável	(RIBEIRO et al., 2022)	44/2	Analisar o processo de tomada de consciência a respeito dos problemas socioambientais da agricultura sustentável a partir da resolução de problemas.	Fundamentada na Educação Ambiental Crítica. Os alunos de uma forma geral apresentaram conhecimentos prévios sobre agrotóxicos, mas baseados no senso comum.	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160306
4	Agroecologia e a imagem pública da Química para além do desenvolvimento sustentável	(TEIXEIRA et al., 2022)	44/2	Atividade de extensão em alunos do Ensino Médio de comunidade rural sobre agroecologia.	Utilizou-se análise de conteúdo para o tema gerador agrotóxico, sob a perspectiva freiriana.	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160310
5	A Temática dos Agrotóxicos para o Ensino de Química Orgânica: Uma Experiência com o Método do Estudo de Caso no Ensino Médio Regular	(SILVA et al., 2022)	44/2	Estudo de caso com tema agrotóxico, com questionários antes e depois.	Abordou-se os conteúdos em química orgânica: fórmulas estruturais, propriedades físico-químicas e classificações da cadeia carbônica.	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160316

6	A invasão do agrotóxico na agricultura: abordagem para o estudo das funções orgânicas em perspectiva freireana da educação numa escola pública	(SANTOS et al., 2021)	43/4	Estudo do tema agrotóxico através dos três momentos pedagógicos em funções orgânicas. A ATD foi usada como ferramenta no diagnóstico de dados.	Abordou-se conteúdos em química orgânica: fórmulas estruturais, função nitrogenada, haletos e classe toxicológica do veneno.	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160252
7	A temática “agrotóxico” no ensino de química em sala de aula: análise de textos publicados na literatura	(BASTOS; PEREIRA, 2020)	42/4	Pesquisa bibliográfica relacionada à temática de agrotóxicos no ensino de química.	Avalia como o tema agrotóxicos no ensino de química está sendo abordado no Brasil.	http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160221

Fonte: a autora.

Abaixo seguem os metatextos das categorias mencionadas nos caminhos metodológicos.

3.1. Aspecto social da química

O aspecto social da química refere-se à interação entre conceitos de química e a aspectos sociais, englobando impactos econômicos, ambientais, éticos e culturais. Desta forma, este aspecto desempenha um papel crucial na promoção da cidadania informada, fomentando os indivíduos a participarem ativamente de discussões e tomadas de decisão sobre questões sociais relacionadas à química. Santos e Schnetzler (1996) enfatizam a importância de os alunos adquirirem uma concepção de ciência como “atividade humana em construção”, bem como da adesão de “concepção ampla do conceito de química e de seu papel social”. No que tange esta categoria, foi possível observar os seguintes fragmentos:

Quando pensamos no trabalho de ensino de uma disciplina como Química no Ensino Médio, devemos ter em consideração que os conteúdos curriculares trabalhados com os estudantes são fundamentais para estes compreendam, por um lado, a construção histórica do desenvolvimento científico dos conhecimentos dessa disciplina e, por outro, que a apropriação desses conhecimentos é componente fundamental para a compreensão do estado do desenvolvimento científico e tecnológico atual. A apropriação dos conhecimentos da Química é também de fundamental importância para o próprio exercício da cidadania e a formação para o mundo do trabalho. A apropriação desses conhecimentos pelos estudantes é condição necessária para a resolução de problemas práticos postos pela realidade, bem como para uma atuação consciente como cidadão, seja no exercício profissional ou como cidadão que pode contribuir no debate público sobre determinados problemas a partir de conhecimentos de base científica. Reflexões sobre o uso da temática “Agrotóxicos” como mote para favorecer um ensino de Química mais contextualizado na educação básica já foram desenvolvidas por alguns pesquisadores que trabalham na área de ensino dessa disciplina (ID 1, pág. 93).

Os conteúdos trabalhados na disciplina de Química são fundamentais para a formação científica e cultural dos sujeitos. São esses conteúdos que fornecem uma formação científica básica para que os estudantes do Ensino Médio tenham conhecimento do próprio estágio de desenvolvimento científico e tecnológico que a nossa sociedade desenvolveu e tenham condições de empregar esses conhecimentos no trabalho e resolver problemas postos pela realidade. No entanto, além das atividades de ensino em sala de aula, os estudantes devem ser estimulados a resolver problemas da realidade em que estão inseridos [...], (ID 1, pág. 95).

Percebe-se nestes fragmentos, apropriação do conhecimento químico como componente fundamental para o exercício da cidadania, o que se torna ainda mais relevante quando contextualizamos historicamente a evolução do ensino de química. Tradicionalmente, o foco dos conceitos químicos tem sido na memorização de definições clássicas, muitas vezes desconectadas das realidades vividas pelos estudantes, e algumas vezes, abordados de forma esvaziada em sala de aula, sem articular o quanto a compreensão científica dos fenômenos é importante na esfera social (BASTOS; PEREIRA, 2020; SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Ao estimular os estudantes a pensarem problemas de suas próprias realidades, promove-se não apenas a aplicação prática do conhecimento químico, mas também desenvolve-se habilidades essenciais para a cidadania ativa. Esta perspectiva interdisciplinar tem o potencial de não só fortalecer a compreensão dos conceitos químicos, mas também de promover uma visão mais holística dos desafios enfrentados pela sociedade, promovendo uma abordagem mais contextualizada, conectando conceitos químicos com questões ambientais (SANTOS; SCHNETZLER, 1996). Ao considerar as implicações éticas e sociais de suas descobertas, os estudantes podem tomar decisões informadas e responsáveis, contribuindo para um ensino de química mais significativo e relevante. A publicação de Simões e Alves (2017)⁷ vai ao encontro ao exposto, pois concluiu-se que a utilização da temática agrotóxico na contextualização das aulas de química orgânica proporcionou aprendizagem mais significativa, tirando os alunos do papel de meros receptores de informações e tornando-os mais ativos e críticos em relação ao conteúdo. Santos e Schnetzler (1996) reiteram a importância da implantação do ensino de química para formar cidadãos, não bastando apenas incluir alguns temas sociais e debates em sala de aula, mas propor novos conteúdos, metodologias, bem como métodos de avaliação.

Os estudantes precisam ser apresentados a reflexões sobre o significado dos elementos químicos, moléculas, e outras entidades químicas, de forma a compreenderem que estas, em si mesmas, não causam mal ao ambiente. Ao contrário, são constituintes de todas as substâncias que compõem nossa realidade material. Por exemplo, deve-se promover a compreensão de que o elemento nitrogênio, constituinte majoritário da atmosfera terrestre, está presente nas proteínas de nosso corpo. Para chegar em nosso corpo, necessita-se que bactérias façam sua fixação, incorporando esse elemento em moléculas mais complexas constituintes das plantas e que estas sejam consumidas pelos animais. Esse é um exemplo que revela parte da importância do ciclo

⁷ Trabalham com alunos do 3º ano do EJA, junto com a metodologia dos momentos pedagógicos.

biogeoquímico do nitrogênio e, em particular, de sua importância para a agricultura – mas o mesmo elemento químico nitrogênio é também constituinte das moléculas do glifosato, um agrotóxico do tipo herbicida que pode causar danos à saúde e ao ambiente (ID 4, pág 206).

Percebemos que havia entre os alunos um conhecimento prévio e comum sobre agrotóxicos, mas torna-se evidente a necessidade de aquisição de conhecimento científico, vez que as informações apontadas estavam desconexas, errôneas e pouco sistematizadas. Então, um diálogo diretivo com o educador pode permitir ao educando um conhecimento do seu pensar ingênuo em relação ao seu conhecimento prévio, superando sua situação de oprimido (Freire, 2008) (ID 6, pág. 357).

O trecho analisado em ID 4 aborda a importância do ensino de química na contextualização dos elementos químicos e das moléculas, visando a compreensão de sua função na natureza e na vida cotidiana. Destaca-se a necessidade de os estudantes entenderem que essas entidades químicas não são intrinsecamente prejudiciais ao ambiente, mas sim parte integrante de todas as substâncias que compõem o mundo material. Um exemplo citado é o do nitrogênio: presente na atmosfera terrestre e em proteínas do corpo humano, cujo ciclo biogeoquímico é crucial para a agricultura, no entanto, o mesmo elemento químico é também encontrado em agrotóxicos como o glifosato, evidenciando a complexidade de suas aplicações e impactos. A contextualização é um dos principais balizadores do processo de ensino e aprendizagem que contribui para facilitar o aprendizado do aluno, de forma que ele possa englobar a realidade em que vive, dando significado aos conteúdos e permitindo o desenvolvimento de sua capacidade para interpretar dados, avaliando e tomando decisões próprias (BUFFOLO; RODRIGUES, 2015).

Já no fragmento seguinte (ID 6), menciona-se informações desconexas sobre os agrotóxicos, isto é, o sujeito sabe previamente de que se trata, mas de uma forma relativamente rasa, fragmentada, pouco organizada ou até mesmo errônea, cabendo ao educador quebrar este paradigma, ou pelas palavras dele, “superar a situação de oprimido”, através do diálogo direcionado entre educador e aluno. Este é o primeiro momento em que menciona-se a perspectiva freiriana (que será discutida mais adiante). Destaca-se desta forma, a importância do educador neste papel de mediador, de forma a gerar seres pensantes e críticos em relação ao conhecimento, capazes de compreender fenômenos que acontecem ao seu redor, neste caso, o uso de agrotóxicos e quais as implicações e dimensões que seu uso e exposição podem estar atrelados, indo de encontro com o trabalho de Duarte e colaboradores (2018).

O ensino de química deve facilitar as relações vividas pelo educando; o conteúdo químico deverá ter relação com o cotidiano dos estudantes e da comunidade, possibilitando a interação do ensino, para que os estudantes sejam capazes de compreender os fenômenos que acontecem ao seu redor e assim possam levantar hipóteses e construir um pensamento crítico a respeito do mundo e, com isso, chegar a tomar atitudes que podem modificar a sociedade (Silva et al., 2008). Acredita-se que a temática deva ser trabalhada em aula considerando perspectivas sociais, ambientais e econômicas. Desse modo, além dos estudantes conhecerem mais sobre a sua composição química e os possíveis danos causados à saúde humana, desenvolverão uma visão mais crítica a respeito dos agrotóxicos (Germano et al., 2010) (ID 7, pág. 375).

Uma maneira de aproximar a disciplina de Química com a temática agrotóxico é através do ensino da identificação das funções orgânicas mistas presentes em muito deles. O aluno, assim, compreende quimicamente quem é cada um (Braibante e Zappe, 2010, Cavalcanti et al., 2010). Dessa forma, é possível interligar o conteúdo a uma função social da disciplina (Santos e Schnetzler, 1996). Com isso, o educando é alfabetizado cientificamente para discutir questões interdisciplinares numa pedagogia crítica e se torna um cidadão reflexivo, capaz de interferir e, se preciso, modificar o meio social no qual se encontra inserido (Soares e Júnior, 2018, Abreu et al., 2015) (ID 6, pág. 355).

Nestes fragmentos destacam-se novamente a importância de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar do ensino de química e as experiências vivenciadas pelos estudantes, de forma a viabilizar o seu entendimento. Entretanto, esta abordagem pode ser limitada se não houver uma análise crítica mais profunda sobre as implicações sociais desse tema: embora a identificação das funções orgânicas presentes no agrotóxico a princípio ofereça uma compreensão básica, não aborda adequadamente as questões mais amplas relacionadas aos impactos ambientais, saúde, etc, que envolvem o uso deste produto químico. Fernandes (2016, p. 173) pondera que “a elaboração das atividades necessita ser algo pensado e planejado no coletivo da comunidade escolar, com vistas a um trabalho contextualizado, e não apenas um simples espaço de exposição de trabalhos desarticulados com a realidade dos estudantes e da comunidade escolar”.

É necessário garantir que essa abordagem crítica não se limite apenas ao entendimento dos conceitos químicos, mas também inclua uma análise mais ampla das estruturas de poder e das desigualdades que permeiam as questões sociais abordadas (LIMA, 2014; RIGOTTO; ROSA, 2012). As questões sociocientíficas fazerem parte da vida dos alunos pode facilitar a

aprendizagem, instigando a curiosidade e o interesse (MACHADO; SILVEIRA; ORTH, 2022). Segundo estas mesmas autoras (MACHADO; SILVEIRA; ORTH, 2022), o ativismo sociocientífico se projeta para além de discussões e contextualizações e propõe a ação como resultado da aprendizagem e da alfabetização científica, sendo os pilares a investigação, a discussão e a ação sociopolítica. Ressalta-se desta forma, a importância de uma educação problematizadora, de caráter crítico e reflexivo, sobre os alunos e suas relações com o mundo (MEZALIRA et al., 2021).

3.2. Realidade do estudante

Esta categoria busca dar destaque para abordagens com foco na realidade dos estudantes, em que também há uma preocupação entre conhecimento científico e fatores sociais, principalmente em escolas em que as atividades foram realizadas serem de zonas rurais, e desta forma, o uso de agrotóxico, estar de fato, inserido na realidade do discente. A inserção de aspectos da realidade dos alunos tem sido mencionada como uma das formas de enfrentamento de dificuldades nos processos de aprendizagem (SIMÕES; ALVES, 2017).

O aluno, residente no sítio do Caldeirão, localizado nas encostas da Chapada do Araripe, no Distrito de Santa Fé, a cerca de 20 km da cidade do Crato, relatou que na sua localidade muitos produtos químicos eram utilizados em cultivo de agricultura familiar, o que durante as aulas de funções orgânicas o levou a refletir quais seriam as propriedades químicas e os principais riscos à saúde e ao ambiente. A partir dessa reflexão, essa proposta metodológica foi planejada para estimar quais os principais agrotóxicos utilizados por essa comunidade rural e suas propriedades químicas e biológicas (ID 1, pág. 95).

Os alunos, filhos de agricultores, devem atuar como multiplicadores de conhecimentos sobre a importância da utilização correta de agrotóxicos e dos problemas que causam à saúde do homem e do ambiente, evidenciando os discursos às boas práticas agrícolas (ID 6, pág. 355).

Nesses contextos, os alunos, cujas famílias estão envolvidas na agricultura familiar, se deparam com o uso frequente de produtos químicos em suas atividades agrícolas: estas são as experiências vivenciadas pelo aluno, e através delas, os alunos são levados a refletir sobre as propriedades químicas desses produtos e os potenciais riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Estudos (SIMÕES; ALVES, 2017) demonstram que trabalhar conteúdo de forma

contextualizada com a realidade dos alunos, assim como o envolvimento deles nas aulas, como foi o caso para alunos do EJA, que obtiveram maior aprendizado relacionado à química orgânica. Essa reflexão inspira uma abordagem metodológica direcionada para investigar os principais agrotóxicos utilizados pela comunidade rural e suas características químicas, evidenciando desta forma, a interseção entre o conhecimento científico e o contexto socioambiental local. Além disso, reconhece-se o papel crucial dos alunos como multiplicadores de conhecimento, destacando a importância de promover a conscientização sobre a utilização adequada de agrotóxicos e os impactos negativos associados, visando promover práticas agrícolas sustentáveis e a preservação da saúde humana e do meio ambiente.

Algo muito relevante foi que os alunos se desinibiram através da empatia com a autora da pesquisa, que afirmou ser filha de um pedreiro, explicando que ele não usava equipamento de proteção individual (EPI) e voltava para casa machucado. Com efeito, dez discentes levantaram as mãos revelando que seus pais eram agricultores, que os ajudavam no campo e se desculparam por não ter relatado inicialmente. Freire (2006) adverte sobre a necessidade de aprender as situações da vivência, também denominadas de contradições existenciais, do mundo dos educandos, pois são nestas que estão presentes os temas geradores de debate que, contribuindo para uma mudança comportamental, sinalizam para uma reprodução reflexiva e crítica do conhecimento, tornando efeito a partir da vivência (ID 6, pág. 357).

Neste último fragmento, menciona-se a visão Freireana⁸ e temas geradores, que levam ao despertar do interesse dos alunos em relação ao tema, justamente por este último fazer parte de seus cotidianos. É de grande notoriedade a contribuição de Freire para a educação, que afirma que a educação democrática não pode existir sem uma sociedade que acompanhe o mesmo adjetivo: a promoção do homem como ser social adquire um caráter libertador (LIMA, 2014). O professor precisa assumir papel interventivo, pois a prática reflexiva da realidade deve estar presente no cotidiano do educador (LIMA, 2014). Duarte e colaboradores (2018) mencionam a visão freiriana como uma proposta educacional que considera a educação como um encontro de interlocutores, que procuram no ato de conhecer, a significação da realidade e, na práxis, o poder da transformação.

⁸ Refere-se às ideias e conceitos desenvolvidos pelo educador brasileiro Paulo Freire, cujas teorias se concentraram na emancipação, na conscientização e na promoção da justiça social, promovendo uma educação mais inclusiva, crítica e centrada no aluno.

A temática “agrotóxicos” se fez presente em ambos os levantamentos, o que pode ser justificado em função do contexto em que a escola está inserida, pois trata-se de uma zona rural, e nela as pessoas vivem, em sua maioria, da agricultura. A partir do processo de investigação do universo temático, deu-se início à fase de prototipagem, na qual foi elaborado o conto intitulado “O perigo nas plantações”. Este abordou a história de um grupo de moradores que vive no povoado fictício chamado Salgadinho e desfruta de uma vida relativamente tranquila e rotineira. No entanto, essa calma se rompe quando os personagens sabem do estado de saúde grave de um vizinho. Os diálogos giram em torno das possíveis causas que acarretaram o problema de saúde dele, o personagem Léo. A narrativa se desenvolve em meio às consequências geradas à saúde de Léo, em decorrência do uso excessivo de diferentes agrotóxicos sem os devidos cuidados. É importante destacar que o gênero literário proposto foi planejado com vistas a uma tomada de decisões sobre o uso dos agrotóxicos, com base em conhecimentos científicos (ID 2, pág. 343).

Neste fragmento, evidencia-se elementos da escolha da temática. O conto traz a narrativa de um local em condições análogas, onde a saúde de pessoas expostas a agrotóxicos é comprometida. O conto foi escolhido visando tomada de decisões sobre o uso de agrotóxicos. A estratégia de trazer um conto relatando uma realidade parecida, mas que não é especificamente a realidade dos estudantes, pode ser uma forma mais periférica de começar a tratar o assunto até chegar à realidade concreta dos estudantes. Muitas vezes discutir os problemas reais dos estudantes podem gerar desconforto, resistências e neste sentido um olhar mais gradual pode auxiliar a problematizar e contextualizar aspectos locais. Reconhecer que o problema não é só seu, mas também vivido por outros pode ser um caminho para compreender as temáticas problema de forma mais global. Mais uma vez a visão freiriana é elencada: que a ação pedagógica do educador deve ser baseada numa leitura de mundo, da realidade de sua turma, do conhecimento e das trocas entre os sujeitos cognoscentes (LIMA, 2014). Moreno (2019, p. 377) afirma que enquanto professores “não podemos partir da nossa visão pessoal de realidade, mas considerar a visão dos investigados, ao contrário corremos o risco de transformá-los em objeto subordinados, por isso o conteúdo programático deve ser feito por todos os envolvidos no diálogo (FREIRE, 1987)”.

A Educação do Campo também contribui com o esforço em favor da transição de modelos econômicos, que propõe novas perspectivas para a agricultura no âmbito da economia brasileira, como a agroecologia (Caldart, 2012). Assim, promove reflexões sobre aspectos da marginalização a que a agricultura camponesa está submetida no atual modelo de ocupação do campo e de produção nesses espaços. Segundo

Fernandes e Molina (2004), a desvalorização da agricultura familiar e do modo de vida camponeses são problemáticas também estudadas na perspectiva da Educação do Campo, a qual objetiva a superação do entendimento de que os camponeses e suas técnicas são improdutivos e que o campo não é espaço de vida. Assim, a Educação do Campo, enquanto prática social, atua na consciência de mudança, na busca por uma educação que legitime os direitos dos camponeses, em consonância com a pedagogia do oprimido (Caldart, 2012). Segundo Freire (2020), um dos grandes desafios do ser humano é conhecer sobre si, e quanto mais conhece sobre si e sua história, mais indagações surgem, o que gera um constante processo de busca, encontro e transformação (ID 4, pág. 207).

Neste último trecho relaciona a educação do campo com o modelo econômico atual e a desvalorização da agricultura familiar, que são resultantes do sistema capitalista. Políticas governamentais, investimentos em infraestrutura, acesso a crédito, educação ambiental e o reconhecimento da importância da agricultura familiar seriam elementos-chave na tentativa de reverter a desvalorização desse setor. A agroecologia e agricultura familiar, que são técnicas baseadas em princípios ecológicos, promovendo práticas agrícolas sustentáveis, são uma alternativa a este problema (TEIXEIRA et al., 2022). A realidade do estudante é uma possibilidade de abordagem dos conceitos químicos de forma a entrelaçar o currículo com o cotidiano rural (DUARTE; OLIVEIRA; DOMINGOS, 2018). No entanto, políticas agrícolas que priorizam modelos agroindustriais e monoculturas têm contribuído para a marginalização e enfraquecimento desses sistemas, resultando em perda de terras para pequenos agricultores, degradação ambiental e desigualdades sociais (CARNEIRO et al., 2015). Portanto, é essencial que haja promoção de políticas valorizando e reconhecendo sua importância na soberania alimentar, conservação dos recursos naturais e fortalecimento das comunidades rurais.

3.3. Estratégias de Ensino

Para promover uma aprendizagem significativa e engajadora no ensino de química, é fundamental adotar uma variedade de estratégias que estimulem a participação ativa dos alunos e promovam a conexão entre os conceitos químicos e a vida cotidiana. A utilização de estratégias de ensino deve estimular os estudantes a desenvolverem habilidades e competências, para que consigam articulá-los dentro e fora de sala de aula (CRUZ; MESSIAS; RIBEIRO, 2020). Esta categoria na qual destaca-se a importância de conectar novas informações ao

conhecimento prévio já existente na mente do aluno, indo ao encontro do conteúdo a ser ministrado em sala de aula, por meio de diferentes estratégias para abordar o tema.

Ao fim do Estudo de Caso, a turma chegou à conclusão de que medidas de fiscalização da empresa e governo sobre uso de EPIs (Equipamentos de proteção individual) devem ser intensificadas. Salientaram também que, mesmo Carlos Mendes usando proteção durante o trabalho, devido à proximidade aos agrotóxicos ser grande, acreditaram que seu quadro se devia à exposição a esses compostos tóxicos, cabendo à esposa direitos a serem buscados devido a sua perda. [...] Ao final, foi apresentado o seguinte trecho da reportagem que inspirou a criação do Caso de Carlos Mendes - “O país do agrotóxico” da Revista Superinteressante - “sua viúva processou a empresa e depois de quase uma década brigando, conseguiu um marco histórico. A Justiça deu ganho de causa, em última instância, à família – e, ao fazer isso, reconheceu que seu marido morreu por exposição a agrotóxicos” (Garattoni e Lacerda, 2018). Os alunos se mostraram satisfeitos com a aula e muitos agradeceram e pediram por mais momentos como esse. De maneira geral, os resultados da literatura e do presente estudo mostram que o EC contribui para a aprendizagem e conexão da Química com a resolução de problemas reais, sendo possível também perceber maior entusiasmo e argumentação (ID 5, pág. 267).

Portanto, é possível perceber que a abordagem contextualizada leva ao aprendizado mais completo do conhecimento químico aplicado a situações relevantes para a sociedade. Assim, o estudante percebe a conexão que existe entre o conteúdo e o seu cotidiano e passa a ser capaz de aplicar esse conhecimento em situações fora da escola, com mais motivação e autonomia para seguir esse processo de aprendizagem ao longo da vida. A melhoria do aprendizado foi observada, de maneira geral, nas respostas e discussões realizadas após o EC. As discussões foram mais elaboradas, argumentativas e as respostas mais completas, apresentando conexão com o estudo da Química. É preciso destacar o desenvolvimento das habilidades – argumentação, pensamento crítico, trabalho em grupo, autonomia, resolução de problemas e criatividade – que são extremamente importantes para a formação do cidadão (ID 5, pág. 268).

A metodologia apresentada nestes dois fragmentos é de estudo de caso (EC), na qual os alunos têm contato com problemas reais na investigação de aspectos científicos e sociais, por meio de narrativas de dilemas (SÁ; QUEIROZ, 2010). Por este intermédio, os alunos puderam se identificar na situação relatada, bem como reconhecer alguns riscos a ela inerentes, aumentando assim o interesse destes em saber mais a respeito do assunto, pois puderam ver que

muito lhe dizia a respeito.

A redação dos educandos, apesar de conter erros ortográficos, apresenta-se de forma crítica e percebe-se a construção de conceitos químicos. O descrito pela estudante em sua redação (Figura 1) reforça a importância da intervenção didática com um contexto próximo dos estudantes. Os noticiários têm informado sobre a liberação de muitos agrotóxicos banidos na Europa e em outros lugares do mundo, e a própria aluna se posiciona contra as decisões do governo. Apesar de nenhum momento da atividade tender politicamente, “não é possível pensar em linguagem sem ideologia e poder” (Freire, 2005, p.16). Nesse sentido, aguçamos um imaginário crítico e reflexivo acerca da problemática. Dessa forma, a aluna deixa de ser uma mera receptora de informações para se transformar na construtora de seus próprios conhecimentos, os quais devem se tornar, necessariamente, relevantes para a vida dessa aluna (Brasil, 2006). A realidade em que a aluna vive foi transformada pela emancipação social, cultural e política desta classe social excluída pela inferiorização de uns para garantir a dominação de outros (ID 6, pág.361).

O fragmento acima menciona a redação que é uma produção textual em geral mais difundida no ensino de língua portuguesa ou literatura como uma ferramenta para construção de conhecimentos químicos atrelado a temática dos agrotóxicos. As estratégias metodológicas também precisam ser pensadas para que se possa ter um entendimento e repercussão maior das problemáticas sociais.

Também é possível inferir no Quadro 2 que os alunos possuíam subsunçores sobre o tema quando mencionam sobre matar pragas e melhorar a aparência dos alimentos. E também que novos conhecimentos surgiram quando mencionam inseticidas, fungos e bactérias e remédio para pragas, corroborando com a Teoria de Ausubel e que estratégias como o EC contextualizado permitem dar sentido aos novos conceitos, ao facilitar a ancoragem nos antigos (ID 5, pág. 264).

Assim como Silva et al. (2018) perceberam que os alunos têm dificuldade em apresentar suas respostas com uma linguagem química adequada, sendo observados erros de português e dificuldade em expressar suas respostas e opiniões, também foi observada essa limitação neste trabalho. Durante as discussões percebeu-se que os alunos ficaram presos aos detalhes das informações pesquisadas, lendo-as. Mas, ao longo do debate, a conversa foi ficando mais fluida e eles participaram de forma mais crítica, espontânea e criativa (ID 5, pág. 267).

No primeiro recorte, as aprendizagens significativas foram evidenciadas sob a ótica da Teoria de Ausubel⁹, que traz que o estudo de casos permite esta aprendizagem significativa, por conta da interação do conhecimento prévio acessado (subsunçor). Enfatiza-se a importância da ancoragem de novos conceitos em conhecimentos prévios para uma aprendizagem mais significativa, aliado ao EC contextualizado, que é reconhecida como uma forma eficaz de promover essa conexão entre os antigos e novos conceitos. O recorte seguinte destaca uma limitação observada no estudo, que é a dificuldade dos alunos em expressar suas respostas utilizando uma linguagem química adequada. Essa observação está alinhada com pesquisas anteriores que também identificaram essa dificuldade entre os alunos. No entanto, é reconhecido que ao longo das discussões, os alunos demonstraram uma melhoria na participação, mostrando uma maior capacidade crítica, espontânea e criativa. Isso sugere que, mesmo com as dificuldades iniciais, os alunos foram capazes de desenvolver suas habilidades de expressão e argumentação ao longo do processo de aprendizagem.

Os agrotóxicos descritos foram avaliados através de estudos *in silico* para obter as propriedades físico-químicas dos princípios ativos observados, suas estruturas químicas determinadas e propriedades descritas no programa *ChemDraw (Chemistry Drawing® Tool PerkinElmer Informatics)* e analisada a toxicidade teórica no *Osiris Property Explorer® (Organic Chemistry® Portal)*. O estudo *in silico* para a previsão de propriedades toxicológicas tem ganhado cada vez mais destaque, sendo utilizados como complemento aos estudos *in vitro* e *in vivo*, e tem como vantagem a rapidez na sua execução, o baixo custo e a capacidade de reduzir o uso de animais em ensaios de toxicidade. O estudo *in silico* representa uma ferramenta importante de simulações computacionais de propriedades que só seriam vistas anteriormente em modelos experimentais. O método *in silico* possui qualidades e deve ser continuado a ser desenvolvido, assim como métodos *in vitro*. Os dados obtidos foram tabulados para descrever a toxicidade e características químicas dos compostos discutidos. Após o levantamento dos dados, as informações foram discutidas correlacionando as estruturas químicas com suas propriedades toxicológicas (ID 1, pág. 95).

Este trecho menciona o uso de um *software* para simulação de toxicidade baseado na inserção de dados físico-químicos, entretanto, o estudo não apresenta maiores informações a

⁹ David Ausubel, psicólogo educacional que acreditava que a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando os novos conceitos são integrados de forma significativa às estruturas cognitivas já existentes.

respeito do mesmo, dificultando desta forma, o uso do mesmo como uma estratégia de ensino. No entanto, a proposta de utilizar dados de um *software* em aulas de química é bastante profícua, desde que seja detalhado a obtenção e utilização do programa.

A identificação de apresentar respostas com linguagem química adequada é um elemento interessante que merece destaque. Isto é, ao discutir um determinado tema é importante que sendo um problema social é preciso de uma dimensão dos reflexos sociais, mas também apropriação conceitual. Muitas vezes a identificação de lacunas só é possível com a escolha adequada de estratégias de ensino. Corroborar-se com o exposto por Cruz e colaboradores (2020, p. 396): que “a partir de algumas estratégias de ensino é possível desenvolver uma abordagem temática de modo a implementar ações educativas, que permitam conhecer, interpretar e buscar soluções para os problemas que atingem a comunidade”.

3.4. Papel social da escola

A escola desempenha um papel fundamental na construção e no desenvolvimento do indivíduo como um membro ativo e responsável da sociedade. Além de transmitir conhecimentos acadêmicos, a escola prepara os alunos para uma participação significativa na vida em comunidade. Os trechos a seguir, extraídos de ID 3 (RIBEIRO et al., 2022) denotam o papel social da escola e também do(a) professor(a) na construção de seres críticos e pensantes, protagonistas de suas situações e não apenas na simples transmissão de conhecimento acadêmico.

Segundo Pozo (1998), os alunos assumem o papel de protagonistas nas atividades propostas quando utilizada a metodologia da resolução de problemas (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) (ID 3, pág. 162).

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 (ID 3, pág. 165).

No primeiro trecho, discute-se a RP como uma abordagem que coloca os alunos como protagonistas em sua própria aprendizagem. Ao enfrentarem situações abertas e sugestivas, os alunos são incentivados a buscar suas próprias respostas e a construir seus próprios conhecimentos, promovendo assim um aprendizado mais significativo e contextualizado, alinhando-se com a ideia de que o ensino deve ir além da transmissão de conhecimento, incentivando os alunos a aplicarem os conceitos aprendidos em situações do mundo real. O trecho seguinte evidencia-se a importância da escola na conscientização dos alunos sobre a sustentabilidade ambiental e socioambiental, integrando essas questões aos conteúdos escolares. No entanto, também ressalta-se a necessidade de recursos didáticos adequados para desenvolver ações efetivas com esses objetivos. Isso destaca a importância do apoio institucional e dos recursos educacionais na implementação de uma educação que promova a consciência ambiental e o engajamento dos alunos em questões sociais relevantes.

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 (ensino técnico em química) 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 (ID 3, pág. 168).

Como forma de avaliar a aprendizagem, os educandos desenvolveram um texto intitulado: “A temática “Agrotóxico” facilitou a compreensão das funções orgânicas e dos riscos do uso inadequado desses produtos químicos?”. Observa-se nas redações (Figura 1) que o contexto serviu para o desenvolvimento do conceito numa perspectiva freireana. Em termos práticos e de aprendizagem, os alunos se tornam

multiplicadores em seu próprio lar e compreendem a necessidade de ler os rótulos e bulas na tomada das decisões sobre o uso correto dos defensivos agrícolas. É por meio destas e outras atividades que a disciplina cumpre com seu dever social (ID 6, pág. 361).

No primeiro trecho (ID 3), através da proposta e do tema apresentados, os estudantes desenvolveram um senso de participação e trabalho em equipe, expandindo seus conhecimentos prévios durante o processo. A avaliação da aprendizagem ocorreu por meio da produção de um texto sobre a temática dos agrotóxicos, facilitando a compreensão das funções orgânicas e dos riscos do uso inadequado desses produtos químicos numa perspectiva freireana. Os alunos se tornaram multiplicadores desse conhecimento em seus lares, compreendendo a importância de ler os rótulos e bulas para tomar decisões corretas sobre o uso de defensivos agrícolas. Essas atividades demonstram como a disciplina cumpre seu papel social ao promover uma aprendizagem significativa e consciente. Machado, Silveira e Orth (2022) acreditam que seja papel social da escola incentivar e construir um currículo pensando nos estudantes como cidadãos de fato, que possam refletir e intervir na sua realidade.

3.5. Relativização dos riscos reais da exposição

Foi possível perceber que existe uma certa relativização do uso dos agrotóxicos, principalmente em extratos que mencionam “benefícios” e malefícios do mesmo, que determinada concentração pode ser benéfica, podendo vir a ser uma fala problemática, conforme os extratos a seguir:

O uso excessivo e inadequado de agrotóxicos é de fato um problema ambiental e de saúde pública [...] Dependendo da natureza química e da concentração, os agrotóxicos lançados no ambiente podem causar danos diversos à biota a eles expostos. Embora, na maioria dos casos, esses compostos não sejam capazes de provocar efeitos agudos e imediatos, podem, por outro lado, reduzir a sobrevivência desses organismos através de lesões crônicas que se manifestam, a médio e longo prazo, como desordens fisiológicas em diferentes tecidos e órgãos, ou como alterações genéticas (ID 1, pág. 96).

Avaliadora 6: A problematização inicial do material deve ao final da discussão do conto, trazer um problema mais elaborado e objetivo ao que se quer atingir com o desenvolvimento da SEI. [...] pois o tema agrotóxicos pode abranger diversas

vertentes (benefícios e malefícios de seu uso, agrotóxicos na agricultura, desequilíbrios ambientais, problemas de saúde, as formas seguras de manuseio, dentre outras) (ID 2, pág. 345).

Destaca-se a preocupação com os efeitos crônicos ressaltando que, embora não causem efeitos imediatos na maioria dos casos, podem resultar em danos significativos a médio e longo prazo, como desordens fisiológicas e alterações genéticas. Essa análise evidencia a importância de se repensar os métodos agrícolas para garantir a sustentabilidade ambiental e a saúde pública. Já a avaliação crítica da problematização inicial do material levanta pontos relevantes sobre a necessidade de abordar o tema dos agrotóxicos de maneira mais ampla e objetiva. Essa reflexão sugere uma abordagem mais abrangente e multifacetada na discussão sobre agrotóxicos, visando fornecer aos educandos uma compreensão mais completa e contextualizada do tema.

Há que se considerar que o Estado não tem condições de monitorar o uso dos agrotóxicos, por diversos fatores estruturais e por falta de políticas públicas, mas também pela correlação de forças que direcionam as decisões baseadas no neoliberalismo – que se voltam para o lucro e não para a produção de alimentos diversificados e saudáveis para a população (Rigotto e Rosa, 2012). Propaganda-se o argumento de que há aumento na produtividade quando se utilizam os agrotóxicos, mas não se discute o que se produz: na maioria das vezes, não são alimentos, mas *commodities* (ID 4, pág. 206).

Todas estas falas apresentam uma certa problemática, destacando-se esta última, que de certa forma, isenta o estado da responsabilidade sobre o uso dos agrotóxicos, sendo que é dever deste regular, limitar ou proibir seu uso. Além disso, evidencia as forças políticas e econômicas que influenciam as decisões relacionadas ao uso de agrotóxicos, destacando a orientação do neoliberalismo para o lucro em detrimento da produção de alimentos diversificados e saudáveis para a população.

Com essa aula, evidenciamos que nenhum aluno tinha conhecimento informado dos agrotóxicos ou da importância de ler os rótulos e bulas. Ao final da aula, fizeram comentários a esse respeito: Eu ajudo meu pai nas plantações da cana-de-açúcar, mas a gente não sabia que os venenos que a gente compra na cidade, vem dizendo tudo isso no rótulo que você falou não. (A13)

Meu esposo trabalha ajudando a um moço agricultor nas plantações de cana-de-açúcar, mas não usa tudo isso aí de proteção não, que a senhora falou. Só usa mesmo chapéu por causa do sol, a bota por causa de cobra e as vezes um macacão e eu lavo

tudo na lavanderia de lá de casa. A gente nunca soube que não podia. (A5) (ID 6, pág. 358).

Outro componente da destruição do ciclo ecológico são as influências que as bancadas ruralistas têm nas produções legislativas, bem como sua presença nas direções de órgãos executivos, a exemplo do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), imprimindo um descontrole nas medidas de proteção à saúde e ao ambiente, por meio de diretrizes e ações na contramão do que ocorre no resto do mundo. Seria obrigação do Estado, seja por meio de suas secretarias ou técnicos especializados, um exercício de fiscalização para trazer segurança a quem faz a aplicação do produto, haja vista que crianças e adolescentes se submetem rotineiramente a condições que permeiam a atividade de plantio junto a seus pais e, como tal, também se expõem às consequências do uso indevido ou irregular (ID 6, pág. 362).

Destaca-se a importância da educação sobre o uso de agrotóxicos e a necessidade de regulamentação e fiscalização eficazes para proteger a saúde humana e o meio ambiente. Percebe-se a falta de conhecimento sobre os agrotóxicos e a ausência de medidas de proteção adequadas durante o manuseio desses produtos, além da influência das bancadas ruralistas na legislação e nas direções de órgãos executivos. Destaca-se desta forma, a responsabilidade do Estado em fiscalizar e garantir a segurança daqueles que lidam com os agrotóxicos, especialmente crianças e adolescentes que estão expostos aos riscos associados ao uso indevido ou irregular desses produtos.

Outra questão a se notar no gráfico é a de que a resposta intermediária permanece alta, demonstrando que os estudantes percebem as implicações negativas que também ocorreriam na produção de alimentos se não houvesse uso de tais substâncias. Até porque no vídeo “Dois lados da moeda: Agrotóxico” (Jovem Pan News, 2016) e nas discussões que sucederam foram apontados diversos olhares sobre o assunto: a favor, contra, consequências para o ambiente e para saúde humana, necessidade do uso para produção de alimentos, etc (ID 5, pág. 265).

A escolha dos agrotóxicos como temática da abordagem contextualizada torna-se adequada, primeiro pelo seu expressivo consumo e riscos e por permitir associação com uma vasta opção de conteúdos, estudos de impactos no ambiente, alternativas sustentáveis e por ser um tema recorrente na grande mídia. Além disso, o Brasil figura como o maior consumidor de agrotóxicos do mundo devido ao fato de ter sua economia fortemente baseada em produtos agrícolas, tendo como os mais vendidos:

glifosato, 2,4-D, metamidofós, atrazina, carbendazim, paraquate e acefato. Alguns desses compõem a lista da Rede Internacional de Ação contra Pesticidas (*Pesticide Action Network-PAN*) na classe dos altamente perigosos, ou ainda, têm seu desuso recomendado pelo Parlamento Europeu, como o glifosato (Sampaio et al., 2020) (ID 5, pág. 260).

No primeiro trecho, ressalta-se a elevada resposta intermediária, indicando uma compreensão dividida entre positiva e negativa. Percebe-se desta forma, que ainda existe uma resistência no que tange a oposição ao uso de veneno, provavelmente e principalmente por alguns fatores, entre eles, o desconhecimento do assunto, muitas vezes fomentado pelo fato de mídias hegemônicas tratarem o assunto de forma superficial e também de que este veneno supostamente seria necessário. O trecho seguinte ressalta o papel do Brasil como maior consumidor de agrotóxicos do mundo, citando exemplos de substâncias frequentemente utilizadas e sua classificação como altamente perigosas por organizações internacionais. Esses parágrafos enfatizam a importância de uma abordagem crítica e contextualizada do tema dos agrotóxicos, reconhecendo sua relevância tanto do ponto de vista ambiental quanto social.

O que se percebe na prática, é que mesmo os agrotóxicos sendo sabidamente perigosos e carcinogênicos, esta informação não possui capilaridade o suficiente para atingir e alertar os que estão em contato direto, e conseqüentemente, os que possuem maior risco de exposição a eles.

“Não basta saber ler que ‘Eva viu a uva’. É preciso compreender qual a posição que Eva ocupa no seu contexto social, quem trabalha para produzir a uva e quem lucra com esse trabalho”

Paulo Freire

4. CONCLUSÕES

Diante da presente pesquisa, pôde-se constatar a importância do ensino de química no que tange a temática de agrotóxicos e principalmente no contexto das comunidades rurais. Ao conectar o conteúdo curricular com as experiências vivenciadas pelos alunos em suas comunidades, ressalta-se a importância de uma educação contextualizada, que não apenas forneça conhecimento teórico, mas também promova reflexão crítica e ação transformadora. Dos artigos analisados, foram elencadas 5 categorias das produções textuais analisadas: aspecto social da química, realidade do estudante, estratégias de ensino, papel social da escola e relativização dos riscos reais da exposição.

No que tange o aspecto social da química, pôde-se concluir que a abordagem mais contextualizada, em conjunto com outros aspectos (ambiental, social) pode fortalecer a compreensão da química, bem como viabilizar uma aprendizagem mais significativa, pois instiga a curiosidade e interesse dos alunos sobre o tema. Também foi elencada a importância da educação problematizadora e seu caráter crítico e reflexivo sobre a relação do aluno com o mundo.

Sobre a realidade do estudante, a temática foi elencada pois muitos alunos estavam envolvidos com a temática agrotóxico, além deste tipo de inserção ser amplamente usada no enfrentamento das dificuldades dos processos de aprendizagem. Através desta categoria, pôde-se abordar a visão freiriana e de como a educação pode ser usada para significação da realidade, bem como uma forma de criticar o sistema de produção capitalista.

Em estratégias de ensino, estas devem ser pensadas para o adequado entendimento do aluno, por ser o elo entre o conhecimento prévio e o conteúdo trabalhado. Conclui-se que a participação ativa dos alunos para estimulá-los é fundamental, principalmente quando em contato com problemas reais, como é o caso do estudo de casos.

Em papel social da escola, destacou-se de como a escola é essencial na construção de seres pensantes e de seres protagonistas da própria realidade. E que o incentivo e construção do currículo deve ser pensando nos estudantes, para que assim possam refletir sobre suas realidades.

Por fim, em relativização dos riscos reais da exposição, foi revelado como a falta do devido conhecimento em relação ao assunto (temática agrotóxicos) pode dar margem a certos

negacionismos em relação ao real risco que a exposição a produtos tão perigosos pode ocasionar.

É fundamental a promoção em sala de aula do debate sobre o uso de agrotóxicos, incentivando o aluno a abordar a temática de forma crítica e ética, de forma a evitar que num futuro próximo, a discussão sobre seu uso seja de forma rasa, não abrangendo a complexidade que o assunto requer. Discussão esta, que ao se depararem com projetos de lei como o pacote dos venenos, seja tratado de forma objetiva, e que a tomada de decisões seja pautada na ciência e meio ambiente. Considerando os impactos sociais e ambientais, são cada vez mais relevantes, o ensino de química desempenha um papel essencial na sociedade em termos de saúde, meio ambiente, ética e compreensão cultural e pode ser visto como um dos agentes balizadores entre cientistas, a população e formuladores de políticas públicas, sendo crucial para garantir que os benefícios sejam equitativamente distribuídos e que os riscos sejam gerenciados de maneira responsável.

5. RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista os resultados obtidos com a presente pesquisa, sugere-se para trabalhos futuros as seguintes recomendações:

- Realização de ATD da mesma busca em mais periódicos além da QNEsc, através da base de dados como *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar*, etc;
- A busca não restringir-se apenas ao Brasil, mas América Latina e em nível mundial, de forma a obter-se o panorama global daquilo que foi avaliado no presente trabalho.

“Lavar as mãos do conflito entre os poderosos e os impotentes significa ficar do lado dos poderosos, não ser neutro. O educador tem o dever de não ser neutro.”

Paulo Freire

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, F. A.; PEREIRA, I. V. A temática “agrotóxico” no ensino de química em sala de aula: análise de textos publicados na literatura. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 4, p. 373–381, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160221>>.

BRASIL. Diário Oficial da União. **Decreto nº 4.074**, 2002a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei nº 6.299**, 2002b. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRASIL. Diário Oficial da União. **Lei nº 14.785**, 2023. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14785.htm>. Acesso em: 5 jan. 2024.

BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M. A. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 1–14, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2016v20n1p1>>.

BUSTAMANTE, M. M. da C.; HIPÓLITO, J.; DELGADO, P. G. G.; FERRANTE, L.; VALE, M. M. The future of Brazilian science. **Nature Human Behaviour**, v. 7, p. 825–827, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41562-023-01597-7>>.

CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. da S.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, 2015.

CARSON, R. **Silent spring**. Boston: Houghton Mifflin, 1962.

CRUZ, N. D. da; MESSIAS, G. G. da C.; RIBEIRO, M. T. D. Contradições presentes na percepção de estudantes secundaristas de uma escola estadual do município de Campo Verde-MT sobre o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 1, p. 391–411, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n1.p391-411.id647>>.

DUARTE, T. S.; OLIVEIRA, A. M.; DOMINGOS, D. A. A ressignificação curricular possibilitada por meio da temática dos agrotóxicos: Um processo de compreensão do contexto para a educação do campo. **Currículo sem Fronteiras**, v. 18, n. 2, p. 691–718, 2018. Disponível em: <<https://www.curriculosemfronteiras.org/vol18iss2articles/duarte-oliveira-domingos.pdf>>.

DUTRA, L. S.; FERREIRA, A. P.; HORTA, M. A. P.; PALHARES, P. R. Uso de agrotóxicos e mortalidade por câncer em regiões de monoculturas. **Saúde Debate**, v. 44, n. 127, p. 1018–1035, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-1104202012706>>.

FERNANDES, C. dos S. **O desenvolvimento profissional dos formadores de professores de química na interação entre universidade e escola: as potencialidades do programa institucional de bolsa de iniciação à docência**. 2016. Tese (doutorado em Educação Científica e Tecnológica), 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/167757>>.

FERNANDES, C. dos S.; STUANI, G. M. Agrotóxicos na formação inicial de educadores do campo. In: **(Com) Textos: reflexão e ação no fazer pedagógico da Educação Científica e Tecnológica**. Blumenau: Edifurb, 2015. p. 55–70.

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M. Brazil's new president and "ruralists" threaten Amazonia's environment, traditional peoples and the global climate. **Environmental Conservation**, v. 46, p. 261–263, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0376892919000213>>.

FERRANTE, L.; FEARNSIDE, P. M. Evidence of mutagenic and lethal effects of herbicides on amazonian frogs. **Acta Amazonica**, v. 50, n. 4, p. 363–366, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202000562>>.

GUHUR, D. M. P.; TONÁ, N. Agroecologia. In: CALDART, R. S.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (Ed.). **Dicionário da Educação do Campo**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012. p. 59–66.

GUPTA, S.; GARG, N. K.; SHEKHAWAT, K. Regulation of Paraquat for wheat crop contamination. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 70909–70920, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-022-20816-8>>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuaria.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 15 out. 2022.

LIMA, P. G. Uma leitura sobre Paulo Freire em três eixos articulados: o homem, a educação e uma janela para o mundo. **Pro-posições**, v. 25, n. 3, p. 63–81, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-7307201407504>>.

MACHADO, G. C.; SILVEIRA, C.; ORTH, E. S. Agroquímicos, soluções químicas e sustentabilidade: uma experiência de ensino para o ativismo sociocientífico. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 3, p. 347–358, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20220083>>.

MEZALIRA, S. M.; CANDITO, V.; BRACAGIOLI NETO, A.; ROBAINA, J. V. L. Movimentos no projeto Cirandar: A Educação CTS e Freireana articuladas com a temática dos agrotóxicos em teses e dissertações. **Extensão em Foco**, v. 25, p. 206–225, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/ef.v0i25>>.

MISTURINI, A.; FERNANDES, C. dos S. A Temática dos Agrotóxicos: uma análise em livros didáticos de Química do Ensino Médio aprovados no Plano Nacional do Livro Didático de 2015. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 1, p. 130–152, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss1id3447>>.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual: discursiva**. 1ª ed. [s.l.] Editora Unijuí, 2007.

MORENO, G. S. Agrotóxicos: controvérsias sociocientíficas como possibilidade didática no ensino de ciências. **Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS)**, v. 12, n. 4, p. 373–381, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14571/brajets.v12.n4>>.

MUZIO, P. A. de. No Brasil é mais fácil vacinar crianças ou envenená-las? **Natureza Crítica**, 2022. Disponível em: <<https://www.blogs.unicamp.br/naturezacritica/2022/02/15/no-brasil-e-mais-facil-vacinar-criancas-ou-envenena-las/>>.

ONU. **Agenda 2030**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>.

PEDROSO, T. M. A.; BENVINDO-SOUZA, M.; NASCIMENTO, F. de A.; WOCH, J.; REIS, F. G. dos; SILVA, D. de M. e. Cancer and occupational exposure to pesticides: a bibliometric study of the past 10 years. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 17464–17475, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-021-17031-2>>.

PIMENTEL, L. de Q.; ANDRADE, T. S.; SILVA, E. L. da. Contos para o Ensino de Química: Uma abordagem Investigativa. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 3, p. 340–350, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160287%0D%0A>>.

RIBEIRO, D. das C. de A.; SALGADO, T. D. M.; SIRTORI, C.; PASSOS, C. G. Sustentabilidade e Educação Ambiental no Ensino de Química: contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, p. 160–172, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160306>>.

RIGOTTO, R. M.; ROSA, I. F. Agrotóxicos. In: CALDART, R. S.; PEREIRA, I. B.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (Ed.). **Dicionário da Educação do Campo**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012. p. 88–96.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de casos no ensino de química**. São Paulo: Átomo, 2010.

SANTOS, A. C. C.; SOUZA, A. B.; SILVA, T. S.; CRUZ, M. C. P. A invasão do agrotóxico na agricultura: abordagem para o estudo das funções orgânicas em perspectiva freireana da educação numa escola pública. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 2, p. 354–364, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160252%0D%0A>>.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 28–34, 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>>.

SILVA, C. L. da; CHAGAS, J. A. O.; LOIOLA, A. L. G.; CALDAS, F. R. L. Relato de uma experiência pedagógica no ensino de Química: estudo das propriedades dos agrotóxicos utilizados em uma comunidade rural. **Química Nova na Escola**, v. 45, n. 2, p. 93–100, 2023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160321>>.

SILVA, J. F. da; SCHNEIDER, H. N. A produção de discursos potencializada pelas tecnologias digitais direcionada a análise textual discursiva. **SciELO Preprints**, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/scielopreprints.5504>>.

SILVA, L. C. P. da; SILVA, V. J. V. da; LOPES, T. N.; SANTOS, A. M. dos. A Temática dos Agrotóxicos para o Ensino de Química Orgânica: Uma Experiência com o Método do Estudo de Caso no Ensino Médio Regular. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, p. 259–269, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160316>>.

SIMÕES, N. T.; ALVES, E. F. Utilizando a temática agrotóxico no ensino de química orgânica com alunos da educação de jovens e adultos. **37º EDEC - Encontro de Debates Sobre o Ensino de Química**, p. 1–8, 2017.

TEIXEIRA, Â. R.; LOVO, I. C.; PORTO, P. A.; LEMES, A. F. G. Agroecologia e a imagem pública da Química para além do desenvolvimento sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 2, p. 204–213, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160310%0D%0A>>.

TOOGE, R. Anvisa reclassifica mais de 1.900 agrotóxicos e retira 600 produtos dos rótulos de maior risco. **G1**, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2019/08/02/anvisa-reclassifica-mais-de-1900-agrotoxicos-e-tira-600-produtos-dos-rotulos-de-maior-risco.ghtml>>.

ZOWADA, C.; FRERICHS, N.; ZUIN, V. G.; 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, n. 1, p. 141–153, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1039/C9RP00128J>>.

“Ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si,
mediatizados pelo mundo.”

Paulo Freire