

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA
ROSANA LIMA GERPE

**SUSTENTABILIDADE DO EMPREGO DO SOLO COMO
TEMA GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA**

RIO DE JANEIRO

2022

Rosana Lima Gerpe

**SUSTENTABILIDADE DO EMPREGO DO SOLO COMO TEMA
GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA**

***SUSTAINABILITY OF SOIL USE AS A GENERATING THEME IN
CHEMISTRY TEACHING***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQUI), do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Química, na área de concentração Formação Profissional, Sociedade e Ambiente no Ensino de Química.

Orientadoras: Dra. Jussara Lopes de Miranda
Dra. Priscila Tamiasso Martinhon

Linha de Pesquisa: Formação Profissional, Sociedade e Ambiente no Ensino de Química.

RIO DE JANEIRO

2022

ROSANA LIMA GERPE

**SUSTENTABILIDADE DO EMPREGO DO SOLO COMO TEMA
GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQUI), do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Química, na área de concentração Formação Profissional, Sociedade e Ambiente no Ensino de Química.

Aprovado em 29 de novembro de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Jussara Lopes de Miranda (orientadora)
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Profa. Dra. Priscila Tamiasso-Martinhon (coorientadora)
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Rodrigo Volcan Almeida
Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Profa. Dra. Alessandra Nicodemos Oliveira Silva
Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro

RIO DE JANEIRO

2022

A Deus,

foi o Senhor que, com sua misericórdia, me deu força para superar todos os desafios que enfrentei até aqui.

AGRADECIMENTOS

Como já dizia Camelo: “é preciso força pra sonhar e perceber que a estrada vai além do que se vê”, foi preciso muito esforço, determinação, paciência e perseverança para chegar até aqui, mesmo sabendo que ainda não cheguei ao fim da estrada, mas que há ainda uma longa jornada pela frente, jamais chegaria até aqui sozinha. Minha eterna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que esta etapa pudesse ser concretizada.

Em primeiro lugar, agradeço ao meu bom Deus pelo dom da vida, por tudo que Ele me proporcionou, pela sabedoria que me foi dada e por todas as oportunidades que tive neste trabalho.

Agradeço principalmente à minha família, por todo apoio, incentivo e, por não medir esforços para me ajudar nessa trajetória, podendo assim dar continuidade aos meus estudos.

A minha grande amiga, Ariane Souza Gonçalves, obrigada pela sua amizade. Obrigada pela força que você me dá. Obrigada por tudo!

Agradeço a todos os professores que estiveram presentes em minha formação, buscando melhorias e progresso, no sentido de promover a elaboração do nível intelectual, que possibilitou a aquisição dos conhecimentos necessários e indispensáveis para o exercício da profissão, garantindo a mim uma formação profissional muito significativa. A vocês destino todos os agradecimentos e créditos.

À Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) por me dar a oportunidade de um aperfeiçoamento gratuito e de qualidade. Aos meus companheiros de turma, por toda ajuda e pelos momentos de troca de conhecimento.

Às professoras Célia Sousa e Angela Sanches Rocha, por estarem sempre me dando força e pela oportunidade de fazer parte do Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA/UFRJ). Obrigada pelos puxões de orelha e acolhida.

Às minhas orientadoras Jussara Lopes de Miranda e Priscila Tamiasso-Martinhon, que durante o período de orientação estiveram sempre muito comprometidas, com seriedade e compreensão, contribuindo com propostas, auxiliando nas dificuldades, esclarecendo as dúvidas existentes, facilitando a elaboração deste trabalho. Suas sugestões foram valiosas para o enriquecimento desta pesquisa. Agradeço pelos votos de confiança, pelo carinho e por terem me dado liberdade quanto ao tema estudado e desenvolvimento do trabalho, contribuindo para o meu crescimento como pessoa e profissional, ao companheirismo e pelo incentivo e motivação em todos os períodos desta dissertação e por terem acreditado em mim mesmo

quando eu, por vezes, deixei de acreditar. A dedicação, atenção e carinho de vocês são coisas que vou levar na lembrança para o resto da vida.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Não poderia deixar de lembrar o maior ator e poeta que o cinema mudo conheceu – Charles Chaplin – do qual sou uma grande admiradora. Então, para finalizar meus agradecimentos, trago um pensamento que (apesar de não ter comprovação de ser de sua autoria), muitas vezes é a ele atribuído:

Cada pessoa que passa em nossa vida passa sozinha, é porque cada pessoa é única e nenhuma substitui a outra! Cada pessoa que passa sozinha em nossa vida passa sozinha e não nos deixa só porque deixa um pouco de si e leva um pouquinho de nós. Essa é a mais bela responsabilidade da vida e a prova de que as pessoas não se encontram por acaso (autor desconhecido).

A reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blabláblá e a prática, ativismo (FREIRE, 1996, p. 12).

Quase sempre, ao se criticar esse gosto da palavra ôca, da verbosidade, em nossa educação, se diz dela que seu pecado é ser “teórica”. Identifica-se assim, absurdamente, teoria com verbalismo (FREIRE, 1967, p. 93).

RESUMO

GERPE, Rosana Lima. **SUSTENTABILIDADE DO EMPREGO DO SOLO COMO TEMA GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA**. Rio de Janeiro, 2022. 128 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

A presente dissertação foi baseada pelo pressuposto de que a Educação Ambiental Crítica (EAC) é basilar para uma sensibilização identitária de pertencimento humano planetário. Nesse contexto, várias ações pedagógicas abordando o tema gerador ‘sustentabilidade do emprego do solo’ foram planejadas e implementadas não só ‘para’, mas ‘com’ os indivíduos pertencentes a seis grupos focais (GF) distintos. Dentre os quais, sujeitos da Educação Básica e da Educação de Jovens e Adultos (EJA), bem como docentes em formação inicial do curso de Licenciatura em Química (modalidade presencial), do Instituto de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A reflexão da práxis foi desenvolvida a partir das concepções sobre a EAC, em diálogo com textos de Carlos Loureiro e das teorias educacionais críticas defendidas por Paulo Freire e Edgar Morin. O desenho metodológico teve por fio condutor a práxis docente, a análise de experiências-ações e de questionários semiestruturados aplicados aos diferentes GF. O que, por sua vez, englobou a valorização da EAC, contemplando um processo de contextualização, interdisciplinaridade e transversalidade. Tais concepções foram trabalhadas de forma sistêmica em todos os segmentos da educação até a preparação para os futuros professores. Como produto educacional, desenvolveu-se um caderno temático no qual se compartilhou a sequência didática (SD) intitulada ‘experimentando o solo no Ensino de Química’, contendo sugestões para os professores que desejarem utilizá-lo como recurso didático para algumas de suas aulas. A SD contém 3 momentos, com duração de 12 aulas, sendo na EJA cada aula com 60 minutos e no ensino médio regular 50 minutos cada. O desenvolvimento desta sequência tem início através da apresentação da problemática: o uso do solo como fonte de vida que pode dialogar com a educação ambiental, a Química Orgânica e o debate sobre Química Verde. O maior envolvimento dos alunos nas aulas e o conhecimento adquirido sobre o tema mostraram que o trabalho atingiu seus objetivos.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Educação de Jovens e Adultos; Licenciatura em Química.

ABSTRACT

GERPE, Rosana Lima. **SUSTAINABILITY OF SOIL USE AS A GENERATING THEME IN CHEMISTRY TEACHING**. Rio de Janeiro, 2022. 128 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The present dissertation was guided by the assumption that Critical Environmental Education (EAC) is fundamental for an identity awareness of planetary human belonging. In this context, several pedagogical actions addressing the generating theme 'sustainability of land use' were planned and implemented not only 'for', but 'with' the individuals belonging to six different focus groups (FG). Among which, subjects from Basic Education and Youth and Adult Education (EJA), as well as teachers in initial training of the Degree in Chemistry (classroom modality), at the Institute of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro. The reflection of praxis was developed from the conceptions about EAC, in dialogue with texts by Carlos Loureiro and critical educational theories defended by Paulo Freire and Edgar Morin. The methodological design was guided by the teaching praxis, the analysis of experience-actions and semi-structured questionnaires applied to the different FGs. Which, in turn, encompassed the appreciation of the EAC, contemplating a process of contextualization, interdisciplinarity and transversality. Such conceptions were worked on in a systematic way in all segments of education until the preparation for future teachers. As an educational product, a thematic notebook was developed in which the didactic sequence (SD) entitled 'Experimenting the soil in Chemistry teaching' was shared, containing suggestions for teachers who wish to use it as a didactic resource for some of their classes. SD contains 3 moments, lasting 12 classes, with EJA each class lasting 60 minutes and in regular high school 50 minutes each. The development of this sequence begins with the presentation of the problem: the use of soil as a source of life that can dialogue with environmental education, Organic Chemistry and the debate on Green Chemistry. The greater involvement of students in classes and the knowledge acquired on the subject showed that the work achieved its objectives.

Keywords: Environmental Education; Youth and Adult Education; Chemistry graduation.

PRELÚDIO

Iniciei minha trajetória profissional como auxiliar de enfermagem. Nesta caminhada, terminei aos vinte e cinco anos o meu ensino médio na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Após o término da formação básica, em 2001, dei início a minha graduação no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pela UniverCidade. Tive de trancar o curso devido à minha gravidez e à sobrecarga do serviço na área de saúde. Não consegui conciliar. Em 2007 retornei para a graduação, terminando em 2010 o Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Iguçu. Realizei meu estágio curricular de 860 horas no Laboratório de Hanseníase Fiocruz do Instituto Oswaldo Cruz (IOC), sob a orientação da Dra. Euzenir Nunes Sarno.

No ano de 2011, me inscrevi em um curso de Aperfeiçoamento em Ensino de Ciências e Biologia, promovido pelo Instituto de Bioquímica Médica, do Centro de Ciências da Saúde (CCS), registrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde fui submetida a uma avaliação escrita. No mesmo ano tive a oportunidade de ingressar na Pós-Graduação em Ciências do Laboratório Clínico pela UFRJ, pela avaliação curricular, o meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), orientado pelo Prof. Doutor Patrick Menezes, foi intitulado Desempenho diagnóstico da creatinina sérica, cistatina C e proteína B - Traço na Doença Renal.

Em 2012, me inscrevi na Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, Fiocruz do Instituto Oswaldo Cruz (IOC), para a qual fiz uma avaliação e consegui a bolsa de estudos para cursar.

Em 2014 comecei a trabalhar em um Colégio da rede privada de ensino, lecionando as disciplinas de Biologia e Química. Como suponho acontecer com outros profissionais, tive um susto: não fui orientada em minha graduação como ministrar aulas para esse tipo de público, jovens e adultos de diferentes idades e com diferentes percepções de mundo. E agora o que fazer? Entre diferentes caminhos, o mundo do cinema foi uma estratégia bem sucedida, sobretudo quando mediada por questões que desafiavam os jovens.

No ano de 2016, tive a oportunidade de enviar um Plano de Trabalho para o Instituto de Química (IQ), o qual foi submetido a uma avaliação por parte do coordenador do curso de Especialização em Ensino de Química (CEEQuim). A proposta foi aceita, no início de 2017 o curso começou e eu defendi minha monografia intitulada “Luz, câmera e ação nas aulas de química: o cinema como ferramenta preventivo-educativa sobre drogas” em 2018. Neste mesmo ano (2018), ingressei no mestrado.

LISTA DE ESQUEMAS

	página
Esquema 1 - Disciplinas relacionadas ao tema agrotóxico	37
Esquema 2 - Fluxo de um agrotóxico no ecossistema	51
Esquema 3 - Ciclo do esgotamento do solo	54
Esquema 4 - Representação do mapa conceitual da pesquisa-ação	66
Esquema 5 - Representação dos momentos desenvolvidos no Grupo Focal 1	69
Esquema 6 - Representação dos momentos desenvolvidos no Grupo Focal 2	71
Esquema 7 - Representação dos momentos desenvolvidos no Grupo Focal 3	75
Esquema 8 - Representação das subdivisões dos Grupos de Trabalho	75
Esquema 9 - Representação dos momentos desenvolvidos no Grupo Focal 4	77
Esquema 10 - Representação das etapas desenvolvidas no Grupo Focal 5	79

LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1 - Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)	43
Figura 2 - Elaboração de modelos tridimensionais de princípios ativos dos agrotóxicos	85
Figura 3 - Roteiro de análise da bula	86
Figura 4 - Expressão textual e design do Jornal Rural confeccionado pelos alunos da EJA	89
Figura 5 - Panfleto de divulgação de descarte de pilhas e baterias	89
Figura 6 - Protótipo do espectrofotômetro	91
Figura 7 - Experimentação de teor de ferro	91
Figura 8 - Experimentação pH	91
Figura 9 - Moléculas tridimensionais	92
Figura 10 - Concentração de agrotóxicos nos alimentos	92
Figura 11 - Protótipo do sistema de lixiviação	92
Figura 12 - Moléculas de glifosato confeccionadas por docentes	94
Figura 13 - Partes que compõem o solo	96
Figura 14 - Processo de filtração	97
Figura 15 - Análise de ferro na água lixiviada	97
Figura 16 - Presença de ferro na água lixiviada	98
Figura 17 - Expressões imagéticas elaboradas por alunos do Ensino Médio Regular, após provocações sobre o emprego de agrotóxicos e nuvem feita pelas autoras com as palavras presentes nos desenhos	107
Figura 18 - Expressões imagéticas elaboradas por alunos da Educação de Jovens e Adultos, após provocações sobre o emprego de agrotóxicos e nuvem feita pelas autoras com as palavras presentes nos desenhos	107
Figura 19 - Expressões imagéticas elaboradas por Licenciandos em Química (UFRJ), após provocações sobre o emprego de agrotóxicos e nuvem feita pelas autoras com as palavras presentes nos desenhos	108

LISTA DE GRÁFICOS

	página
Gráfico 1 - Concentração de terra no Brasil no ano de 2006	47
Gráfico 2 - Índice de Gini da Concentração - 2006	47
Gráfico 3 - Queimadas registradas no Amazonas entre janeiro e fevereiro entre os anos de 2017 até 2020	48
Gráfico 4 - Relativo à pergunta: o tema "solo" está relacionado à qual(is) disciplina(s)?	99
Gráfico 5 - Relativo à pergunta: o tema "agrotóxico" está relacionado à inserção na alimentação brasileira?	100
Gráfico 6 - Relativo à pergunta: o tema "cultivo" está relacionado à importância ou a vivência do discente?	101
Gráfico 7 - Relativo à pergunta: o tema "solo" está relacionado à percepção geográfica social do solo no Brasil?	102
Gráfico 8 - Relativo à pergunta: o tema "agrotóxico" está relacionado ao posicionamento sobre a temática?	103
Gráfico 9 - Relativo à pergunta: O tema "interdisciplinarização" e "contextualização" relacionada a temática do solo na disciplina química e biologia?	104
Gráfico 10 - Relativo à pergunta: o tema "agrotóxico" está relacionado à saúde humana?	105

LISTA DE QUADROS

	página
Quadro 1 - Agrotóxicos proibidos em outros países e utilizados no Brasil	52
Quadro 2 - Princípios ativos dos agrotóxicos mais usados no Brasil	53
Quadro 3 - Fórmulas estruturais dos ingredientes ativos dos agrotóxicos	53
Quadro 4 - Resultados da Roda de Conversa sobre os agrotóxicos	83
Quadro 5 - Parâmetros selecionados para a análise preliminar dos desenhos	81

LISTA DE SIGLAS

AIACOM	- Armazém de Ideias e Ações Comunitárias
AIQ	- Ano Internacional da Química
ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DDT	- Diclorodifeniltricloroetano
EA	- Educação Ambiental
EAC	- Educação Ambiental Crítica
EJA	- Educação de Jovens e Adultos
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMR	- Ensino Médio Regular
ENPEC	- Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências
EPI	- Equipamento de Proteção Individual
GF	- Grupo Focal
GT	- Grupo de Trabalho
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada
ISA	- Instituto Socioambiental
IUPAC	- União Internacional de Química Pura e Aplicada
LACQUA	- Laboratório de Catálise em Química Ambiental
LDB	- Lei de Diretrizes e Bases
MAP	- Manejo Agroecológico de Pragas
MDT	- Modelo Didático Tridimensional
MEC	- Ministério da Educação
MEP	- Manejo Ecológico de Pragas
MIP	- Manejo Integrado de Pragas

MMA	-	Ministério do Meio Ambiente
NDE	-	Níveis de Dano Econômico
ODS	-	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	-	Organização das Nações Unidas
PARA	-	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PCN	-	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	-	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PES 1	-	Pesquisa de Ensino Supervisionada 1
PES 2	-	Pesquisa de Ensino Supervisionada 2
REQ	-	Jornada Regional de Ensino de Química do Rio de Janeiro
TDC	-	Textos de Divulgação Científica
UNESCO	-	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
WEAQ	-	Workshop Educação Ambiental e o Ensino de Química

SUMÁRIO

	página
1	INTRODUÇÃO 20
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 22
2.1	PAULO FREIRE E EDGAR MORIN 23
2.2	REFERENCIAIS TEÓRICOS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA 26
2.3	REFERENCIAL EM ENSINO DE QUÍMICA 27
2.3.1	O papel da Educação Ambiental Crítica no Ensino de Química 30
2.3.2	Conceitos e implicações com a Química 32
2.3.3	Divulgação científica no Ensino de Química: uma abordagem na Educação Ambiental Crítica 35
2.3.4	Alfabetização científica no Ensino de Química: uma abordagem na Educação Ambiental Crítica 37
2.3.5	Modelos Didáticos Tridimensionais no ensino da Química Orgânica: uma abordagem na Educação Ambiental Crítica 39
3	SUSTENTABILIDADE 40
3.1	CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE 41
3.2	CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE DO SOLO NO CONTEXTO SOCIAL 44
3.3	A MÁ DISTRIBUIÇÃO DO SOLO 46
3.4	A REALIZAÇÃO DE TÉCNICAS AGRÍCOLAS NÃO SUSTENTÁVEIS E ULTRAPASSADAS COMO QUEIMADAS 47
3.5	O USO DOS AGROTÓXICOS NO PAÍS 49
3.6	ESGOTAMENTO DO SOLO E PRINCÍPIOS ATIVOS DOS AGROTÓXICOS MAIS USADOS NO BRASIL, ONDE SÃO USADOS? SUAS FÓRMULAS? 52
3.7	AGRICULTURA REGENERATIVA <i>versus</i> AGRICULTURA SINTRÓPICA <i>versus</i> AGRICULTURA CONVENCIONAL 55
3.8	A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE DO SOLO NO ENSINO DE QUÍMICA 58
3.9	ANTROPOCENO <i>versus</i> CAPITALOCENO 59
4	O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E

	ADULTOS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA	62
5	METODOLOGIA	66
5.1	GRUPO FOCAL 1 - AGROTÓXICOS NA PERSPECTIVA DA SAÚDE HUMANA	68
5.2	GRUPO FOCAL 2 - MEIO AMBIENTE NA PERSPECTIVA DA POLUIÇÃO	70
5.3	GRUPO FOCAL 3 - FEIRA DE CIÊNCIAS: AGROTÓXICOS NA PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE DO SOLO	71
5.3.1	Grupo de Trabalho 1 - Espectrofotômetro	72
5.3.2	Grupo de Trabalho 2 - Protótipo do Processo de Lixiviação	72
5.3.3	Grupo de Trabalho 3 - Experimento: teor de ferro na água lixiviada	73
5.3.4	Grupo de Trabalho 4 - Experimento: pH da água lixiviada e do solo	73
5.3.5	Grupo de Trabalho 5 - Agrotóxico: confecção de moléculas orgânicas tridimensionais	74
5.3.6	Grupo de Trabalho 6 - Desastres ambientais: Mariana e Brumadinho	74
5.3.7	Grupo de Trabalho 7 - Sustentabilidade do Solo	74
5.4	GRUPO FOCAL 4 - A OFICINA EDUCAÇÃO AMBIENTAL <i>versus</i> SUSTENTABILIDADE DO SOLO	75
5.5	GRUPO FOCAL 5 - PROJETO DE CIÊNCIAS: APRENDENDO SOBRE O SOLO	77
5.6	GRUPO FOCAL 6 - APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	79
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
6.1	REFLEXÕES E CONTRIBUIÇÕES DOS GRUPOS FOCALIS	81
6.1.1	Grupo Focal 1: agrotóxico na perspectiva da saúde humana	81
a)	Momento 1: Contextualização e a Interdisciplinaridade nas aulas de Química na temática agrotóxico	81
b)	Momento 2: Dinâmica das moléculas: Modelos Didáticos Tridimensionais	84
c)	Momento 3: Divulgação científica: aprendendo a ler rótulo	85
6.1.2	Grupo Focal 2: Meio Ambiente na perspectiva na poluição	87
6.1.3	Grupo Focal 3: Feira de Ciências: agrotóxicos na perspectiva da sustentabilidade do solo	90

6.1.4	Grupo Focal 4: A oficina Educação Ambiental versus Sustentabilidade do Solo	93
6.1.5	Grupo Focal 5: Projeto de Ciências: Aprendendo sobre o Solo	95
6.1.6	Grupo Focal 6: Analisando o questionário	98
a)	Análise da interdisciplinaridade e transversalidade na temática "solo" relacionadas com as disciplinas da educação básica e da graduação	99
b)	Análise sobre a inserção dos agrotóxicos na alimentação brasileira	100
c)	Análise da importância ou da vivência do cultivo	101
d)	Análise da percepção geográfica social do solo no país	102
e)	Análise do posicionamento social sobre agrotóxicos	103
f)	Análise da interdisciplinaridade e da contextualização temática dos solos com a química e a biologia	104
g)	Análise da relação dos agrotóxicos com a saúde humana	105
6.2	ELABORAÇÃO DO PRODUTO PEDAGÓGICO	110
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
8	REFERÊNCIAS	113

1 INTRODUÇÃO

O solo não é apenas onde fincamos os nossos pés, mas sim onde estabelecemos as mais diversas atividades. Neste sentido, o solo é um elemento essencial das dinâmicas ambientais, geopolíticas e sociais, pois é indispensável para as mais diversas atividades humanas, desde as mais simples até aquelas que envolvem os âmbitos econômicos e políticos.

Sabendo da importância dessa temática, abordaremos neste trabalho três temas geradores como eixos que se inter-relacionam, têm pressupostos em comum e devem estabelecer um diálogo dinâmico e fluido que são: o uso do solo, a sustentabilidade e o Ensino de Química.

O uso do solo tem causado diferentes disputas econômicas, políticas e sociais implicando consequências na sua deterioração e não aproveitamento adequado ao não se considerar a ideia do “solo vivo”, ou seja, da necessidade de se manter as características de vida no e do solo (CRIBB, 2010). O não aproveitamento apropriado é traduzido pela exploração sem medidas, sem se pensar em futuro, mesmo próximo, que acaba por repercutir em processos de desertificação e impacto na saúde humana.

A sustentabilidade tem diversas sugestões de conceituação, mas como ponto em comum entre elas, está a questão da sobrevivência de todos os seres vivos e a busca de harmonia com todo o ecossistema, em uma escala histórica de presente e futuro no planeta (GERPE; TAMIASSO-MARTINHON; MIRANDA, 2019a). A educação ambiental aumenta as práticas sustentáveis no dia a dia para reduzir os danos ambientais. Portanto, integrar a conscientização ambiental no cotidiano do cidadão vai promover mudanças comportamentais.

O Ensino de Química vem compor esta tríade em função da sua importância e responsabilidade de dialogar com as questões sócio-geoambientais do uso do solo, associando-as aos aspectos químicos como a composição e toxicologia dos agrotóxicos, por exemplo, sem se restringir a esta discussão.

Neste diálogo, o Ensino de Química deve estabelecer um fluxo sistêmico com a sustentabilidade e o uso do solo, nas diferentes perspectivas de abordagens, envolvendo os aspectos de toxicologia humana, a relação dos trabalhadores do campo com o uso deste solo e de como pode-se discutir ou fomentar a discussão sobre o pertencimento social do solo.

A despeito de sua seriedade, poucas pesquisas abordam a temática sustentabilidade do uso solo na educação básica e na graduação, especialmente na área de química, em nosso país. Portanto, se faz necessário estudos nesse nível de escolaridade que requeiram o debate deste tema.

Em 2019, temos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a temática do solo mencionada como uma das habilidades das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como pode ser evidenciado a seguir:

Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida. (BRASIL, 2017, p. 541).

O questionamento que se pode fazer, mesmo após estas propostas em orientações curriculares ou bases nacionais, é quando e como a abordagem do uso sustentável do solo é realizada no Ensino de Química.

Garantir que essa temática acesse o âmbito educacional incentiva a consciência ambiental, uma vez que o solo está intimamente ligado à reprodução da vida humana, como pontuado por Muggler e colaboradores (2006):

O solo é um componente essencial do meio ambiente, cuja importância é normalmente desconsiderada e pouco valorizada. Assim, é necessário que se desenvolva uma “consciência pedagógica”, a partir de um processo educativo que privilegie uma concepção de sustentabilidade na relação homem-natureza. (MUGGLER; SOBRINHO; MACHADO, 2006, p. 733).

Nesse sentido, o contexto e a dinâmica das aulas podem ser um importante fator motivador para abordar o assunto, pois podem estimular a aprendizagem e a reflexão crítica tanto dos discentes, como dos docentes, quer na educação básica no ensino regular, EJA, quer na graduação ou pós-graduação.

Este processo de aprendizagem de “mão dupla” se baseia em uma concepção da educação como sendo fruto de uma construção conjunta, compartilhada e social, permitindo um processo contraditório de informações individuais e métodos, dotada da singularidade proposta por Lima (2003) por ‘estar absolutamente envolvida na socialização e formação dos sujeitos pedagógicos e de sua identidade social e cultural’.

Neste trabalho, a temática solo pretende ser proposta para ser abordada no Ensino de Química, não somente relacionada ao uso de agrotóxicos, muito importante no contexto atual brasileiro, mas também na questão relativa ao esgotamento do solo e à discussão sobre seu uso.

Pretende-se, assim, propor uma visão mais abrangente, em uma tentativa de abordagem contextual e transversal, agregando os saberes de diversas matrizes, geográficos, químicos, biológicos, históricos e sociais.

O objetivo deste trabalho é propor para o Ensino de Química, algumas contribuições para a Educação Ambiental Crítica (EAC) no que concerne a percepção social da sustentabilidade do solo. Com esta ação, pretende-se também que os alunos passem a pensar criticamente sobre assuntos de inquietude sócio-geoambiental, fomentando a discussão, a reflexão e posicionamento como indivíduos e como sociedade.

Esta dissertação tem como justificativa a importância do tema sustentabilidade do solo no Ensino de Química em relação à abordagem ambiental na graduação, na Licenciatura em Química, na educação básica e na EJA.

Pretende-se, assim, propor, ensinar e articular a abordagem da temática solo sob um viés da sustentabilidade. Empregando-se no Ensino de Química e nas aulas de química tais abordagens, a fim de desenvolver discussões e análises abrangentes, holísticas, respeitando-se o humano, o social, muitas vezes ignorado no espaço escolar.

A associação com a experimentação contextualizada no Ensino de Química é outra justificativa deste trabalho, ou seja, a necessidade de se fomentar o “colocar a mão na massa”, dos alunos discutirem o tema solo, fazendo atividades dinâmicas conscientizadoras sobre o assunto.

Esta experimentação que chamamos de contextualizada não se resume na realização de um experimento químico, mas em atividades dinamizadas em grupo que podem ter ou não experimentos químicos e que podem ter também processos de construção, como por exemplo, de montagem de moléculas, painéis com reportagens, experimentos químicos, dentre outros.

A experiência e trajetória da docente deste trabalho, que por si só já é interdisciplinar, associada aos olhares transdisciplinares agregados ao longo do processo de desenvolvimento do projeto, foram de extrema importância e repercutiram no bom fluxo da realização das atividades em diferentes áreas do saber, sem embutir hierarquias ou pressupostos de limitantes rígidos e/ou inflexíveis

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico epistemológico, bem como os conteúdos que serviram como base para os diálogos deste trabalho.

Dividimos esse capítulo em referenciais teóricos em Educação, referenciais teóricos em Educação Ambiental Crítica e referencial em Ensino de Química.

REFERENCIAIS TEÓRICOS EM EDUCAÇÃO

Como referenciais teóricos principais na elaboração desse trabalho trazemos o Educador brasileiro Paulo Freire (FREIRE, 1967, 1979, 1987, 1992, 1995, 1996, 1997) e o sociólogo francês Edgar Morin (MORIN, 1996, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2014), que irão nos acompanhar durante todo o discurso de construção desta pesquisa e no entendimento da complexidade intrínseca às questões ambientais.

2.1 PAULO FREIRE E EDGAR MORIN

Freire foi escolhido como referencial teórico desta pesquisa por compartilhar com o pensamento de uma educação emancipadora, crítica e transformadora anunciada nas propostas de Educação Ambiental Crítica, partindo do pressuposto de que a educação pode e deve ser um processo de conscientização. Esta expressão vem do processo educativo da pedagogia libertadora de Paulo Freire, que parte da constatação de que é fundamental neste processo a superação do conhecimento imediato da realidade, em busca de sua compreensão mais elaborada e refletida. Desta forma, o processo de conscientização tem no ato ação-reflexão-ação (FREIRE, 1967).

Estes pressupostos de Freire são muito apropriados à temática da Educação Ambiental Crítica, cuja natureza é questionadora e posicionada a um contexto social, historicamente e geograficamente estabelecidos (FREIRE, 1979, 1987, 1992, 1996). A interdisciplinaridade, o pertencimento social, as relações do educador com os educandos, respeitando as suas histórias e narrativas, são alguns pontos discutidos por Freire, e estabelecem aproximações político-pedagógicas para a educação ambiental (COSTA; LOUREIRO, 2017).

Freire teve seu nome na abertura da I Jornada Internacional de Educação Ambiental, realizado durante a Rio 92, pois Freire não se dedicou apenas ao estudo da questão ambiental, mas suas reflexões abrem possibilidades para refletirmos as relações sociedade-natureza a partir de suas teorias do conhecimento e de seu método pedagógico (LOUREIRO, 2012).

O mesmo ocorre com o sociólogo Edgar Morin que nos auxiliará no decorrer da pesquisa no entendimento do paradigma da complexidade, associado ao contexto atual planetário, que nos propõe um novo pensar sobre o conhecimento, menos fragmentado, menos hiper especializado e focado em um conteúdo específico, mas, pelo contrário, um conhecimento que “sabe” que foi “tecido junto”, que não existe sem dialogar com o todo, e que somente assim poderá auxiliar a enfrentar nossos problemas atuais.

A complexidade das questões ambientais, quando tratadas por uma única ótica da área do saber, não poderá ser ponderada, debatida e por fim, caminhar para uma solução (MORIN, 1996, 1999, 2001, 2002, 2003, 2005, 2014).

Morin considera que o conhecimento deve ser coeso e por ele tecer os saberes e que somente mediante esta nova perspectiva, estaremos aptos a lidar com todas as problemáticas socioambientais do nosso século, que além de serem locais, são globais, afetam o indivíduo e a sociedade, impactando no planeta.

Na perspectiva de Edgar Morin (1996), o conhecimento produz cegueiras e enganos, gera certezas que podem separar e dividir. Assim como na visão Freiriana, ele indica de outra maneira, que existe um conhecimento pertinente que poderia nos tornar mais humanos, mais conscientes como seres planetários (FREIRE, 1988).

Atualmente, a educação brasileira está atravessando momentos de incertezas, em uma conjuntura agravada por causa da defasagem provocada pela pandemia, as desigualdades que foram ampliadas a partir dela e a retomada das atividades presenciais nas escolas. Observamos que o uso da tecnologia e a implementação do Novo Ensino Médio, além dos salários insuficientes dos professores e o desinteresse dos alunos são os principais problemas da educação pública no país. Temos também a dificuldade de acesso a escolarização de nível superior, pois o filtro do vestibular impede que a grande maioria dos jovens ingressem neste. Essa dificuldade de acesso se deve tanto à deficiência na formação como na falta de vagas para todos.

Neste sentido, torna-se claro que o grande desafio da educação na atualidade é transformar-se, é abrir-se às mudanças, é tornar-se “atraente” às crianças e jovens, é fazer com que estes tornem-se sujeitos ativos na construção do conhecimento, o que carece de contínuo diálogo crítico e uma gradativa abertura para o novo.

Isso significa desenvolver diferentes formas acessíveis, com o propósito de resgatar os valores essenciais do ser humano, mediante um aprendizado contínuo, fundamentado no questionamento da realidade.

A partir de todas essas incertezas, buscamos articular algumas ideias de Paulo Freire e Edgar Morin, enfatizando suas contribuições e as interposições de suas teorias para o cenário educacional. Entre suas palavras, localizamos ligações e interconexões benéficas que podem oferecer nova perspectiva à questão da educação popular.

Na atual insegurança com a educação brasileira se faz necessário a educação popular que pode ser entendida como sendo um processo político pedagógico que propaga a

consciência da cidadania e a emancipação dos sujeitos sociais, através da autorreflexão de sua história, e tem em Paulo Freire seu maior expoente (FREIRE, 1987).

Freire pontua a necessidade do processo “saber fazer”, e seus pressupostos teóricos possibilitam o rompimento com a educação vertical e a imposição do saber dominante sobre os dominados. Opondo-se ao autoritarismo deste saber, a proposta de Freire considera a complexidade do saber popular e o entende como possibilidade de transformação (FREIRE, 1987).

Nessa perspectiva, Freire se aproxima de Morin, que concebe a educação como um processo plural, capaz de reunir as interações psicológicas, sociais, ambientais e políticas verificadas nos mais diversos campos da atuação humana.

Para Morin, a educação é um projeto de reconstrução constante, tendo por meta a revalorização dos atos de ensinar e aprender na direção da autoformação dos sujeitos. O paradigma da complexidade, à luz do pensador francês, apresenta-se como um “movimento que almeja discutir a visão pragmática e o fenômeno da ciência consagrada, interpretando os dogmas estabilizados e postos” (MORIN, 2002, p. 25).

Para tal, Morin acredita na “liberdade”, a fim de estabelecer a inteligência da complexidade como um sinal dos novos tempos. E o seu princípio de autoformação dos sujeitos é semelhante à autorreflexão histórica da pedagogia freiriana.

A educação como exercício da liberdade defendida por Freire coloca o “diálogo” como casta essencial para os direitos de igualdade da sociedade. A complexidade, princípio de um modelo discutido por Morin, apoia-se na necessidade de um “pensamento multidimensional, dialético e dialógico, sem conceitos fechados, para articular saberes que se encontram divididos, compartimentados em limites que não mais se sustentam” (MORIN, 2001, p. 566).

Ao buscarem a condicionalidade das interpretações e o entrelaçamento entre perspectivas de diferentes sujeitos e diferentes contextos, esses autores entendem a educação como um espaço de percepções híbridas, capaz de inventar um futuro para o devir. Ambos, enfim, lutam pela revitalização cultural dos sujeitos direcionada para uma transformação social emergente e, sobretudo, possível.

2.2 REFERENCIAIS TEÓRICOS EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA

Para o desenvolvimento desse trabalho buscamos alguns referenciais de artigos e autores que dialogassem com uma postura de Educação Ambiental Crítica (EAC) na formação de discentes da educação básica e de licenciandos em Química.

A EAC, neste trabalho, é abordada de acordo com a visão crítica, que contrastando com a conservadora – essa marcada pela característica simplesmente informativa, com enfoque “puramente” biológico e ecológico – é abrangente, abordando as dimensões econômicas, políticas, culturais (LOUREIRO, 2017). Neste viés, se fazem necessárias ações visando redução de desperdício junto a um planejamento urbano adequado por parte dos governantes, ações públicas que priorizem a defesa do meio ambiente, impulsionando melhorias econômicas e respeitando a diversidade cultural de cada território.

Os avanços científicos e tecnológicos incorporados ao sistema capitalista ampliaram as possibilidades de mercantilizar progressivamente os bens da natureza contribuindo para a necessidade de reprodução do capital, visando o lucro.

As possibilidades que os seres humanos desenvolveram ao longo da história de transformar a natureza, de maneira a satisfazer suas necessidades, propiciou a compreensão de que somos cada vez menos natureza e somos cada vez mais lucro.

A EAC tem como desafio, segundo Loureiro (2017, p. 43) “compreender a complexidade da natureza e estar além do pressuposto social, tendo o ambiente enquanto relações espaço-temporais socialmente delimitadas e determinadas”. Esta complexidade citada por Loureiro (2017), correlacionada ao paradigma da complexidade proposto por Morin, pode ser exemplificada na abordagem, por exemplo, dos agrotóxicos na poluição do solo e da água. E é também neste contexto social que a EAC é apresentada na Lei nº 9795/1999 da Política Nacional de Educação Ambiental e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, Art. 2º:

[...] Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (BRASIL, 1999, p. 1)

[...] A Educação Ambiental é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental. (BRASIL, 2012, p. 70).

O contexto social reforça-se com a busca da consciência crítica, expressada por Freire (1984) como o movimento de emersão da consciência das condições criadas pela sociedade opressora.

Freire diferencia a “consciência ingênua”, que é simplista, superficial e por isso, massificadora, passional, estática, imutável, preconceituosa e sem argumentos, daquela considerada crítica, que não está nas aparências, mas é reconhecedora de uma realidade mutável, disposta a revisões, despida de preconceitos, mas “inquieta, autêntica, democrática, indagadora, investigadora e dialógica” (FREIRE, 1984, p. 84).

2.3 REFERENCIAL EM ENSINO DE QUÍMICA

Para o desenvolvimento desse subtítulo buscamos alguns referenciais de artigos e autores que dialogassem com uma postura de EAC no Ensino de Química dividindo em: O papel da EAC no Ensino de Química, conceitos e implicações com a Química, divulgação científica no Ensino de Química uma abordagem na EAC, alfabetização científica no Ensino de Química uma abordagem na EAC e modelos didáticos tridimensionais (MDT) no Ensino de Química Orgânica uma abordagem na EAC.

Os parâmetros e diretrizes curriculares para o ensino tanto de Química, quanto de outras disciplinas, têm dado destaque à formação do cidadão crítico e consciente de seu papel na sociedade.

No Ensino de Química, é frequente a discussão sobre a formação dos discentes para a cidadania, com a utopia de que os conhecimentos sobre o Ensino de Química devem servir de base para uma vivência socialmente responsável, ativa e participativa nas resoluções sociais (LIMA et al., 2017). Conjectura-se que os métodos no ensino necessitam não apenas contribuir para que os discentes atuem sobre o mundo e entendam criticamente os acontecimentos e os problemas que o organizam, como também aceitar que seja construída uma atitude ética e plural (LIMA et al., 2017).

Uma das principais finalidades da educação, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB Lei Nº 9.394/96), é o preparo do educando para o exercício da cidadania. Na Química a formação do cidadão constitui, de forma resumida, ensinar o conteúdo com uma finalidade de desenvolver no aluno a capacidade de participar criticamente nas questões da sociedade, ou seja, “a capacidade de tomar decisões fundamentadas em informações e analisadas as diversas consequências decorrentes de tal posicionamento” (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 20).

A Química está presente em nossa sociedade, na alimentação, na medicação, nos combustíveis, na geração de energia, na tecnologia, no meio ambiente e nas consequências para a economia. Portanto, exige-se que o cidadão tenha o mínimo de conhecimento químico para poder participar na sociedade tecnológica atual.

Trata-se de formar o cidadão-aluno para sobreviver e atuar de forma responsável e comprometida nesta sociedade científico-tecnológica, na qual a Química aparece como relevante instrumento para investigação, produção de bens e desenvolvimento socioeconômico e interfere diretamente no cotidiano das pessoas. (MARTINS; MARIA; AGUIAR, 2003, p. 18).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para a educação básica, a articulação entre conhecimentos da Química e as aplicações tecnológicas, suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas, pode contribuir para a promoção de uma cultura científica que permita o exercício da participação social no julgamento, com fundamentos, dos conhecimentos difundidos pelas diversas fontes de informação e na tomada de decisões, seja individualmente ou como membro de um grupo social (BRASIL, 1999).

Nesse contexto em que o sujeito é estimulado a tomar decisões diante dos eventos do nosso cotidiano, faz-se indispensável e essencial que o professor não se limite somente a repetir conceitos e conteúdos. É necessário que o Ensino de Química esteja comprometido com a formação de um sujeito crítico, capaz de se posicionar frente às temáticas. Desse modo, a investigação das práticas de ensino pode fornecer elementos importantes em uma linha propositiva, inclusive na abordagem dos conceitos químicos.

Neste sentido se faz imprescindível um cenário de contextualização para apresentar diferentes temas da química a partir do tema solo. Temas como, tabela periódica, solubilidade, ligações intermoleculares, funções orgânicas, reações químicas, princípios ativos dos agrotóxicos, concentração química, reações orgânicas, diluição e meia vida de compostos, são também exemplos de conteúdos da química que podem ser trabalhados a partir da contextualização e experimentação.

A partir dos exemplos anteriores destaca-se que os temas transversais como ética, meio ambiente, pluralidade cultural, saúde, representam alguns exemplos que podem muito bem dialogar com a formação da cidadania, em uma perspectiva ética e compromissada (LIMA et al., 2017). Sendo de suma importância uma sensibilização do indivíduo de variadas idades, através da formação da escola e de outros locais.

Um dos temas que tem sido muito discutido em nossa sociedade nos últimos anos é o meio ambiente. As estatísticas corroboram que a poluição do solo é uma das principais

ameaças à saúde do solo. Tendo isso em vista, a abordagem deste tema na escola é de extrema importância.

Estudos como os de Freire (2007) mostram a necessidade de se empregar uma abordagem em que o ensino deve ser trabalhado como uma interconexão da ciência, da tecnologia, da sociedade e do ambiente, transformando situações cotidianas em situações de ensino, adaptando, assim, uma aparência de movimento social e de aproximação com a realidade. Deste modo, Freire (2007) compreende que o ensino deve partir de ocorrências significativas para os estudantes e se articular em temas e conceitos.

Não podemos deixar de citar as compreensões chamadas “do senso comum” que têm uma importância no Ensino de Química, porque dizem respeito à experiência vivida cotidianamente pelo aluno. O olhar da ciência pode servir de base para resolver problemas da vida, como a Química ajuda a compreender os compostos químicos presentes na composição dos agrotóxicos, por exemplo.

Morin (2001) chamou tal conhecimento “saber pertinente”, sendo a relação com o contexto que favorece a formação da autonomia, da criticidade e ética do discente, uma das características primordiais da educação.

A contextualização é um dos instrumentos de ensino que oferece diversas oportunidades de abordagens, que possibilita uma leitura crítica do mundo, do conhecimento popular e dos valores. Assim sendo, a contextualização tem o sentido de denunciar questões sociais, políticas, econômicas, ambientais, que precisam ser acolhidas no mundo moderno, instituindo a união dos aspectos locais aos globais, do macro ao micro do conhecimento, também contemplados nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

Segundo a teoria de Freire, não adianta apenas inserir a temática solo como temas sociais, econômicos e políticos no currículo, se não houver uma mudança expressiva na prática e nas concepções pedagógicas. Autores como, Santos e Mortimer (2000, p. 12) mencionam que se não houver uma compreensão do papel socioambiental do Ensino de Química, pode-se cair no erro de uma “maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade”.

Chassot (1995) se aproxima de Freire ao indicar conceitos que podem auxiliar nesse caminho, ao sugerir novas alternativas para um Ensino de Química crítico e conectado às questões consideradas superficiais. Esses subsídios serão apoiados como motivação, reflexão e análise para a atuação do professor.

Sendo assim, se faz necessário descrever um contexto no ensino, motivado pelo questionamento do que nossos alunos têm a necessidade saber de Química para cumprir sua

cidadania. O conteúdo a ser tratado em sala de aula deve ter um sentido humano, social, cultural, político e ambiental, de maneira a interessar, motivar e provocar o aluno e permitir uma leitura mais crítica do mundo biológico, químico, físico e social.

A preocupação na busca de um Ensino de Química integrador centrado em temas contextualizados, não pode ser vista simplesmente como estratégia de facilitação ou exemplificação para a aprendizagem. Essas orientações devem colaborar para propiciar uma educação científica significativa, sendo vista como uma formação para a cidadania, mas sem deixar perder os demais domínios da educação científica, que não pode desprezar a aprendizagem conceitual de bases disciplinares requeridas para a formação ampla do cidadão, promovendo uma educação mais autônoma e que zele pela saúde dos educandos (SANTOS, 2007).

Assim sendo, popularizar a Ciência trata-se de “dissolver” a barreira existente entre ciência e sociedade, o que tem início na escola. É dela que se espera uma familiarização significativa do ser humano com o mundo, para que o mesmo fique ciente do conhecimento adquirido pela humanidade no decorrer do tempo e quais as maneiras de intervir, fazendo jus ao seu dever como cidadão. Nesse caminho, romper tabus educativos e paradigmas é um ponto importante, sobretudo quando se trata de temas como sustentabilidade e agrotóxicos.

2.3.1 O papel da Educação Ambiental Crítica no Ensino de Química

A natureza é Química. A Química é natureza. Experimentalmente pode-se identificar um fenômeno de natureza química a partir de alguns fatores, como a precipitação, a mudança de coloração e o desprendimento gasoso. São dois campos intrínsecos, um é parte do outro, e dependem da relação que o ser humano estabelece com seu meio. Desta forma, tem por finalidade conhecer todos os processos químicos que ocorrem na natureza, seja de forma natural, seja provocado por alguma interferência humana.

Ultimamente ocorre tamanha inquietação em compreender a Química do meio ambiente, tendo como objetivo melhorar a qualidade de vida em nosso planeta. Uma das propostas curriculares dos PCNEM, abrange os temas transversais sobre a EA, que em Química tem como princípio efetivar o processo de ensinar - aprender na compreensão dos problemas ambientais na comunidade local e no ambiente escolar.

Segundo o La Educación Ambiental (UNESCO, 1980, p. 13-63) traduzido por Dias (2000) "A Educação Ambiental deve estar inserida em diversas disciplinas e experimentos educativos ao conhecimento e à compreensão do Meio Ambiente".

Deste modo o Ensino de Química apresenta-se como uma estratégia de grande valia para o ensino de educação ambiental.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), é indispensável o ensino de Educação Ambiental para todos os níveis da educação básica e a conscientização para a preservação do meio ambiente.

Acreditamos que a inclusão e a problematização da questão ambiental na constituição do Ensino de Química voltado para a práxis, pode proporcionar uma efetiva contribuição para indicar caminhos que possibilitem repensarmos no modelo de sociedade atual, a partir de uma revisão crítica dos conhecimentos e das tecnologias de que dispomos e um posicionamento crítico e político diante da problemática socioambiental vivenciada atualmente (SANTOS, 2012).

Neste sentido, o professor de Química tem muito a acrescentar didaticamente em todos os âmbitos da Educação Ambiental. Sendo essencialmente importante preencher essa lacuna e oportunizar o desenvolvimento deste trabalho a ser desenvolvido pelo docente de Química.

As escolas, em geral, abordam a EAC exclusivamente no campo do não desperdício dos recursos naturais, dos cuidados mínimos com a natureza e com o respeito ao ambiente. Certamente, estas abordagens necessitam ser ampliadas e aprofundadas.

A Química é uma das disciplinas ideais para trazer à tona as percepções mais complexas das interações do ser humano com a natureza. Além disso, a escola traz o reflexo da coletividade, do compartilhamento, da adesão das diferenças buscando compreender e encontrar recursos e sugestões comuns para os problemas que são de todos.

Nesse sentido a Química é uma área de conhecimento transversal, favorável para ser trabalhada de maneira interdisciplinar e adequada para a EAC, capaz de articular distintas condições de percepção da realidade, expandindo nossas visões de mundo e natureza.

A partir das vivências e do cotidiano, cada indivíduo passa por experiências únicas e cabe ao professor direcionar esses conhecimentos em seus conteúdos neste dia a dia, trazendo todo um novo significado ao aprendizado que ocorre dentro de sala de aula.

A coexistência com o meio ambiente faz parte do dia a dia de todos e deve ser incluída como um tema interdisciplinar, sendo trabalhado por diversas perspectivas e questionamentos, fazendo com que o aluno tenha uma compreensão global e possa ser aproveitada em outros locais de atuação.

Sabe-se que a Química é analisada como uma disciplina complexa pelos alunos, mas podemos nos deparar com diferentes exemplos da presença da Química em inúmeros aspectos

da nossa vida cotidiana, como por exemplo: nos alimentos, nos produtos de higiene, nos gases, na poluição, nos remédios, nos produtos de limpeza, no lixo.

Quando analisados com mais atenção, percebemos que muitos destes exemplos estão pautados no meio ambiente e podem ser trabalhados interdisciplinarmente na sala de aula. A abordagem em sala de aula pode ser feita de diferentes maneiras, como roda de conversa, vídeos, experimentação, desenvolvendo projetos entre outros e há muitos temas que podem ser atrelados ao conteúdo do currículo escolar, associando as aulas com a realidade dos alunos.

É importante lembrar que a Educação Ambiental (EA) é interdisciplinar:

Em tais projetos, é importante salientar a perspectiva interdisciplinar e de incorporação constante de reflexão da ação pedagógica, analisando todas as fases do trabalho desenvolvido, para que se busque uma EA comprometida com um novo modelo de sustentabilidade social que reflita a justiça e a igualdade social de forma global e não apenas se restrinja à superação dos graves desafios das mudanças climáticas (SANTOS et al., 2010, p. 268).

Assim sendo, o Ensino de Química permite sensibilizar os educandos sobre suas atitudes e reforçar a responsabilidade no exercício da cidadania frente a sua comunidade e assim é esperado um desenvolvimento dos sujeitos mais participativos nos problemas locais e globais.

2.3.2 Conceitos e implicações com a Química

Não podemos deixar de abordar que as dificuldades enfrentadas pelos professores da educação básica, na EJA e na graduação, da rede pública ou da rede privada, têm sido foco de muitas discussões, devido ao fato do processo de ensino-aprendizagem, das diversas disciplinas que compõem a matriz curricular, não serem desenvolvidos de uma forma que propicie a construção de conhecimentos que possam ser aplicados somente na vida cotidiana dos estudantes (SILVA; ALMEIDA; BRITO, 2011). Sendo assim, para o ensino de Química ser mais prazeroso, o professor busca motivá-los apresentando conteúdos frequentemente presentes em seu cotidiano, sem impedi-lo de ir além destes, em uma proposta de ensino para além dos muros dos educandos.

Portanto, torna-se de fundamental importância a discussão de temas de caráter científico, social, ambiental e econômico que possam contextualizar os conteúdos programáticos, presentes na matriz curricular do ensino permitindo a conscientização de cidadãos quanto aos problemas do cotidiano (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

Disciplinas como Química possuem grande importância na formação do estudante da graduação, ensino médio regular e EJA e a realização de aulas experimentais e de atividades diferenciadas é uma ferramenta poderosa neste processo, pois propicia um melhor entendimento dos conceitos da disciplina e contribui para uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes (SILVA, 2007).

Na educação em Química, a contextualização se faz necessária e a utilização de metodologias acessíveis pode aproximar os estudantes das ciências e, principalmente, proporcionar uma maior eficiência no processo ensino-aprendizagem (SILVA, 2007).

A preocupação com os problemas ambientais tem sido crescente no Brasil e no mundo, em diversos setores da sociedade (MOZETO; JARDIM, 2002). No mundo atual, a utilização e a reutilização dos recursos naturais fazem parte de uma discussão que vem cada vez mais ganhando espaço, seja no campo social, econômico e principalmente no campo científico.

A EAC vem assumindo seu papel principal a cada ano, saindo do coadjuvante e assim, efetivando práticas de desenvolvimento sustentável e melhor qualidade de vida para todos. Por isso, professores e profissionais da educação devem trazer discussões na universidade, na escola e na comunidade, saindo do espaço formal para o espaço não formal, que propiciem a formação de estudantes que apresentem uma nova consciência frente aos problemas ambientais (MORAES; CASTRO, 2020).

Os estudantes, na sua maioria, apresentam dificuldades no aprendizado dos conceitos da Química, principalmente, na EJA. A forma descontextualizada como tem sido trabalhado os conteúdos programáticos, faz com que os conceitos se tornem de difícil entendimento e, desta forma, os estudantes acabam não conseguindo perceber a importância do que estudam e para que estudam, se tornando desinteressados e desmotivados a aprenderem (MORAES; CASTRO, 2020).

Para superar essas dificuldades do processo de ensino-aprendizagem, o Ensino de Química deve ser seguido da relação entre teoria e prática no cotidiano, para a construção de um conhecimento científico necessário na formação intelectual dos estudantes. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Merecem especial atenção no ensino de Química as atividades experimentais. Há diferentes modalidades de realizá-las, como o experimento de laboratório, as demonstrações em sala de aula e estudos do meio. No entanto, o documento deixa claro que o emprego de atividades experimentais como mera confirmação de ideia reduz o valor desse instrumento pedagógico (BRASIL, 2007, p. 108).

Dessa forma, os discentes passam a ser alfabetizados cientificamente, podendo julgar de forma crítica e consciente todas as informações, sejam elas transmitidas pela universidade, escola, pelos meios de comunicação e até mesmo pelas próprias tradições culturais as quais estão diretamente envolvidos (MILARÉ; RICHETTIL, 2008).

A construção do conhecimento químico se dá por meio das relações entre teoria e prática, onde estas atividades, quando bem planejadas, facilitam esta construção. Sem essa relação teoria/prática, os estudantes perdem o interesse pela disciplina e, o Ensino de Química permanece apenas no modelo tradicional e sem atrativos, causando um afastamento entre os discentes e os conteúdos ministrados (MILARÉ; RICHETTIL, 2008).

Para o desenvolvimento de ações que busquem uma discussão sobre a EA nas escolas e na sociedade, é necessário que o professor, enquanto educador, apresente suporte ao estudante para que o mesmo venha a desenvolver um pensamento crítico e consciente frente aos problemas sociais. Para Avena e Fukushima (2008, p. 2), essa educação ambiental constitui:

[...] numa forma abrangente de educação, que se propõe atingir todos os cidadãos através de um processo pedagógico participativo permanente que procura incutir no educando uma consciência crítica sobre a problemática ambiental, compreendendo-se como crítica a capacidade de captar a gênese e a evolução de problemas ambientais.

Esse processo sobre a Educação Ambiental pode ser entendido de acordo com Telles (2002, p. 34), como:

[...] um processo permanente na qual o indivíduo e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem o conhecimento, os valores, as habilidades, as experiências e a determinação que os tornam aptos a agir – individual e coletivamente – e resolver problemas ambientais.

A EAC deve ser trabalhada de forma conectada, não apenas desenvolvendo uma atitude crítica, mas também mostrando todos os seus aspectos socioeconômicos, fazendo a interação globalizada. Nesse sentido, Bomfim e Piccolo (2009, p. 6) afirmam que:

[...] a Educação Ambiental apresenta a possibilidade de ir além de uma simples conscientização, mas poderá alcançar patamares mais avançados, questionando tanto a maneira como os homens estão reproduzindo suas vidas, como a forma metabólica da relação com a natureza sob o sistema social capitalista.

Já na visão de Santos e colaboradores (2010), embora seja necessário fazer a introdução de temas da EAC em aulas de Química, isso será um processo contínuo e muito complexo, que precisa de um apoio pedagógico e até mesmo de uma mudança de metodologia e didática.

As pesquisas realizadas pelos professores demonstram que a introdução de EAC em aulas de Química é realmente um desafio e que a simples introdução do tema não é suficiente. Para isso são necessárias ações coordenadas com o planejamento de projetos mais amplos com fins específicos (SANTOS et al., 2001).

Segundo Amaral et al. (2009, p. 4) “é necessário deixar de ver a educação ambiental como um tema a ser trabalhado pontualmente, para entendê-la como uma prática pedagógica cotidiana”. Essa alternativa possibilitaria enfrentar alguns dos problemas que tanto afetam a educação básica, como por exemplo, a falta de leitura e escrita dos alunos, infraestrutura das escolas, pois eles estarão em contato direto com temas de seu cotidiano facilitando assim o processo ensino-aprendizagem.

Para amenizar os problemas da falta de leitura e escrita nos alunos, podemos utilizar os textos de divulgação científica (TDC). TDC são textos que circulam fora das salas de aula, sendo um complemento ao material didático tradicional (SILVA; ALMEIDA, 2005).

2.3.3 Divulgação científica no Ensino de Química: uma abordagem na Educação Ambiental Crítica

Os TDC de educação ambiental no Ensino de Química são de grande valia nas práticas em sala de aula que, além de facilitarem a inclusão do saber científico, contribuem na formação de hábitos e atitudes nos estudantes. No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) apontam nessa direção quando explicitam que:

Lidar com o arsenal de informações atualmente disponíveis depende de habilidades para obter, sistematizar, produzir e mesmo difundir informações (...). Isso inclui ser um leitor crítico e atento das notícias científicas divulgadas de diferentes formas: vídeos, programas de televisão, sites da Internet ou notícias de jornais (BRASIL, 1999, p. 27).

Segundo Martins, Cassab e Rocha (2001) os TDC são estratégias que valorizam o acesso do aluno a uma maior diversidade de informações; desenvolvendo habilidades de leitura e domínio de conceitos, argumentação e elementos de terminologia científica. Assim, passa a conhecer uma variedade de tipos de textos científicos, desde reportagens de mídia até artigos científicos, tendo condição para tornar-se um participante da cultura científica.

No contexto atual, a uma grande preocupação com o potencial educacional de materiais sobre Ciência e meio ambiente publicados em jornais, revistas e na internet pode ser considerada um método de despertar o interesse dos alunos na realização de atividades que contextualizam as informações científicas com o cotidiano e com o meio ambiente, sendo

assim os TDC podem ser utilizados como uma proposta de compreender o cotidiano (SOUSA et al. 2022).

Uma das competências e habilidades a ser desenvolvida pelo estudante na disciplina Química é descrever as transformações químicas, conforme os Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCN+) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), assim como identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento deste e dos demais conteúdos da disciplina. É nesse sentido que os TDC podem auxiliar na compreensão e relação com o cotidiano (BNCC, 2017).

O uso dos TDC é importante para contextualizar assuntos comuns do dia a dia trazendo uma visão científica, servindo de material de apoio e contribuindo para a formação como cidadão e na construção do conhecimento do aluno.

No Ensino de Química a contribuição do TDC coopera como estratégia para a compreensão da problemática envolvendo a educação ambiental e a utilização de seus recursos, levando em consideração o papel social no qual a ciência se insere, como:

O objetivo básico do ensino de química para formar cidadãos compreende a abordagem de informações químicas fundamentais que permitam ao aluno participar ativamente na sociedade tomando decisões com consciência de suas consequências. Isso implica que o conhecimento químico aparece não com um fim em si mesmo, mas com objetivo maior de desenvolver as habilidades básicas que caracterizam o cidadão: participação e julgamento (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p. 29).

Uma das formas de conscientizar aos alunos quanto a preservação do meio ambiente e a utilização responsável de seus recursos pode ser a utilização do TDC na transversalidade da educação ambiental no Ensino de Química na sala de aula, buscando o desenvolvimento da criticidade sobre o tema e a construção de uma consciência ambiental dos educandos. Conforme a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, Art. 2º “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (BRASIL, 1999).

Para criarmos uma consciência ambiental, é necessário compreender alguns aspectos científicos, tais conhecimentos:

[...] exigem, entre outras, competências e habilidades de reconhecer o papel da Química no sistema produtivo, reconhecer as relações entre desenvolvimento científico e tecnológico e aspectos sócio-político-econômicos, como nas relações entre produção de fertilizantes, produtividade agrícola e poluição ambiental, e de reconhecer limites éticos e morais envolvidos no desenvolvimento da Química e da tecnologia, apontando a importância do emprego de processos industriais ambientalmente limpos, controle e monitoramento da poluição, divulgação pública de índices de qualidade ambiental (BRASIL, 1999, p 37).

Flôr (2015) assinala que o desenvolvimento da leitura é papel do professor e que o Ensino de Química pode permitir trabalhar com leituras esperançosas. O autor ainda destaca que a forma como essa leitura for abordada pode influenciar na formação do aluno com pensamento crítico, reflexivo, questionador e participativo. Por esse motivo, a escolha dos textos deve ser articulada com as demais atividades propostas, a fim de fazer sentido e ser adequado conforme conhecimentos prévios, capacidade de compreensão e interpretação dos alunos.

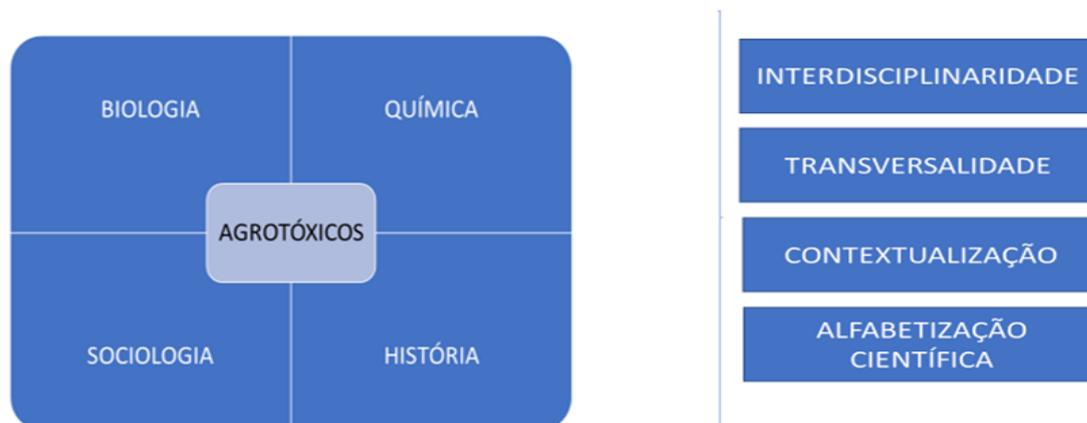
Terrazzan e Gabana (2003) também apontam que o professor faça a relação entre as informações contidas no TDC, com os conhecimentos que os alunos já possuem, com a finalidade de favorecer a compreensão sobre o assunto e atribuição de significados adequados às informações.

2.3.4 Alfabetização científica no Ensino de Química: uma abordagem na Educação Ambiental Crítica

Atualmente há uma tendência em incorporar os temas da contemporaneidade às práticas pedagógicas, buscando uma aproximação entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano (BRANQUINHO, s. d.).

As causas atribuídas ao uso de agrotóxicos, como um problema de saúde pública e às intoxicações, estão relacionadas a diversos aspectos de ordem individual e social. É notório que os conhecimentos do senso comum estão fortemente relacionados à decisão de uma pessoa se alimentar com ou sem agrotóxicos. Todos esses dados podem indicar uma estreita relação do tema com os conteúdos das disciplinas escolares, como a biologia, a história, a sociologia e, em particular, a Química. Buscando mostrar essa proximidade, construímos o Esquema 1.

Esquema 1 – Disciplinas relacionadas ao tema agrotóxico.



Fonte: Elaborado pela autora (2020).

No Esquema 1 apresentamos algumas disciplinas que podem ser relacionadas na abordagem do tema agrotóxicos onde podemos trabalhar em sala de aula os grupos políticos, sociais, econômicos e saúde pública.

A Alfabetização Científica discute a necessidade de os alunos apresentarem um pouco de conhecimento científico, para exercerem seus direitos na sociedade contemporânea. Autores como Chassot (2004) e Auler e Delizoicov (2001) salientam sobre a responsabilidade social do Ensino da Química na popularização e divulgação das descobertas científicas, de modo a possibilitar aos alunos reflexões sobre as implicações do desenvolvimento científico na sociedade.

Os discursos científicos apresentam características próprias, sendo muito diferente das falas cotidianas, o que dificulta a compreensão dos leitores. Dessa forma, também a Química se utiliza de uma linguagem específica, sendo sua compreensão pelos alunos um fator determinante para o ensino-aprendizagem para o acesso a alfabetização científica (SILVA; LORENZETTI, 2020).

O protagonismo dos alunos, na construção do conhecimento científico, motiva-os ao interesse pela ciência, facilitando o aprendizado, de modo que estejam capazes da participação em debates sociais, explicando a utilidade e a problemática das transformações ambientais conectadas à Química (SILVA; LORENZETTI, 2020).

Na atual crescente dinâmica social, a alfabetização científica corresponde à compreensão básica em ciência, que os alunos precisam apresentar, para agirem como cidadãos. Isso demanda ao discente, a capacidade de ler, interpretar, compreender e de expressar suas opiniões reflexivas sobre assuntos científicos (CHASSOT, 2018).

A alfabetização científica, de acordo com Chassot (2004), é tratada como sendo o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos alunos fazerem uma leitura do mundo onde vivem, considerando-se que os então, alfabetizados cientificamente, compreendessem a necessidade de transformar o mundo em algo melhor.

Sendo assim, o aluno deve apresentar uma leitura crítica do mundo contemporâneo, a partir de suas transformações tendo a oportunidade ou sendo capazes de se manifestar, opinar, argumentar e questionar. Contudo para que o aluno seja capaz de expressar opinião, ele deve ter espaço para valer seus direitos sociais, políticos e ambientais com um pouco de conhecimento científico, que serão válidos para agregar sua capacidade de discussão para um possível enfrentamento em debates.

Dessa forma a alfabetização científica torna-se determinante no entendimento do papel de cada ser social em transformação. O que de modo geral Chassot defende como fundamental para a formação do cidadão. E ainda admite, que seja basal para a libertação da alienação, a perda de identidade e o esvaziamento da cultura popular devido a popularização tecnológica, o que leva o sujeito a acreditar na fragmentação de informações.

Sendo assim, estima-se que por meio da escola a educação seja possível estabelecer contatos com o conhecimento científico e, em contrapartida, espera-se que se promova a alfabetização científica.

Nesse viés, a alfabetização científica proporciona uma possibilidade de o aluno constituir a apropriação de uma cultura científica e do uso dos seus códigos para explicar os fatos e fenômenos que o cercam, relacionando as manifestações globais com o conhecimento adquirido em sala de aula.

2.3.5 Modelos Didáticos Tridimensionais no Ensino da Química Orgânica: uma abordagem na Educação Ambiental Crítica

Os MDT devem ser utilizados para que os alunos possam ter uma visão concreta dos conceitos, compreensão do Ensino em Química Orgânica e estabelecer uma relação mais científica com o mundo que o cerca.

Assim sendo, o professor passa a possibilitar que o aluno seja capaz de observar, questionar, debater, ser formador de opinião, ou seja, formar o senso crítico do cidadão (NARDI, 2008).

Para facilitar o processo de aprendizagem, o professor busca metodologias que possam agir diretamente na construção do conhecimento científico dos alunos, e estimulá-los na busca

pela sabedoria. Tal processo de desenvolvimento é mais eficaz quando o aluno reconhece a aplicabilidade do conteúdo que ele está estudando (LIMA FILHO et al., 2011).

Para Lima Filho et al., (2011), é importante que as aulas de Química sejam dinâmicas, inovadoras e que agucem a curiosidade do aluno, desenvolvendo assim o cognitivo.

Se faz necessário que o professor rompa o paradigma de aulas nas quais só utilizam a lousa e o livro didático, o que deixa os alunos desmotivados e apáticos, tornando as aulas “chatas”, cansativas e de difícil compreensão do conteúdo.

O MDT se apresenta como um método de ensino de eficácia para abordar diferentes conteúdo da Química e é uma prática que não se limita ao ambiente laboratorial, podendo ser realizada com materiais acessíveis e de baixo custo.

De acordo com Pereira Júnior et al. (2010, p. 3):

Os recursos didáticos envolvem uma diversidade de elementos utilizados como suporte experimental na organização do processo de ensino e de aprendizagem. Sua finalidade é servir de interface mediadora para facilitar na relação entre professor, aluno e o conhecimento um momento preciso da elaboração do saber.

Os modelos didáticos correspondem a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma especializada e concreta, tornando-a mais compreensível ao aluno (JUSTINA; FERLA, 2006).

Nessa perspectiva, utilizando o MDT dos agrotóxicos no conteúdo da Química orgânica, foram trabalhados os conceitos científicos em conjunto, de tal modo que o aluno pudesse evidenciar que a natureza não é particularidade de nenhuma área do conhecimento, mas sim um conjunto de fenômenos químicos, físicos e biológicos.

3 SUSTENTABILIDADE

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico sustentabilidade bem como os conteúdos que serviram como base para os diálogos deste trabalho.

Dividimos esse capítulo em referenciais teóricos em conceito de sustentabilidade, conceito de sustentabilidade do solo no contexto social, a má distribuição do solo, a realização de técnicas agrícolas não sustentáveis e ultrapassadas como queimadas, o uso dos agrotóxicos no país, agricultura regenerativa *versus* agricultura sintrópica *versus* agricultura convencional, a importância da sustentabilidade do solo no Ensino de Química.

3.1 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

Há diferentes propostas de conceituar o termo sustentabilidade, não sendo uma tarefa simples. Começaremos pela etimologia da palavra, sustentabilidade é um substantivo feminino que significa qualidade ou condição do que é sustentável, modelo ou sistema que tem condições para se manter ou conservar e tem raiz no verbo *sustentare* em latim, que quer dizer sustentar; defender; favorecer, apoiar; conservar, cuidar (SOUZA, 2019, p. 20).

Como nem sempre foi adotada esta palavra pela educação ambiental, pode-se inferir que veio da necessidade de se associar a demanda, justamente em se promover a conservação, o cuidado do planeta, dos seres bióticos e abióticos que existem no planeta e fazem parte do ecossistema, de tudo o que dispomos. Há relatos que o uso do termo sustentabilidade surgiu a partir da Conferência de Estocolmo - Suécia, de 1972, organizada pela Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, tornando-se adotada nas discussões ambientais globais na virada do século XX para o XXI (JACOBI, 2000).

No entanto, a sustentabilidade ganha compromissos com a manutenção da vida planetária no futuro, para as gerações futuras e foge, deste modo, ao imediatismo tão fortalecido nas sociedades atuais. Para Boff (2012, p. 1) sustentabilidade é:

[...] toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana, visando a sua continuidade e ainda a atender as 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 co-evolução.

Já Gadotti (2008, p. 49) afirma que “a sustentabilidade é o sonho de bem viver”, conferindo uma noção de equilíbrio necessária, mas deixando por escapar a conotação utópica, ao dizer que “Sustentabilidade é equilíbrio dinâmico com o outro e com o meio ambiente, é harmonia entre os diferentes” (GADOTTI, 2008, p. 49).

Gliessman (2000) define sustentabilidade como:

A sustentabilidade significa coisas diferentes para distintas pessoas, mas há uma concordância geral de que ela tem uma base ecológica. No sentido mais amplo, a sustentabilidade é uma versão do conceito de produção sustentável - a condição de ser capaz de perpetuamente colher biomassa de um sistema, porque sua capacidade de se renovar ou ser renovado não é comprometida (GLIESSMAN, 2000, p. 52).

Com a disseminação do uso do termo sustentabilidade, diferentes setores da sociedade como o empresarial, a política, o agronegócio, o social, o ambiental e o educacional lançam

mão dele, mais como marketing do que como proposta de ação, o que acaba por prejudicar a intenção inicial da sua associação com a questão ambiental de forma holística, mas prática. O fomento midiático de marketing para o agronegócio induz a associação às novas tecnologias para aumento de produção alimentícia como vantajoso ao meio ambiente. Entretanto, ignora-se que “técnicas de cultivo inadequadas, o uso intensivo de máquinas e a não rotatividade das culturas produzidas no solo podem ocasionar o esgotamento dos nutrientes, compactação, erosão e aceleração da desertificação” (SILVA, s. d.).

Neste viés, o marketing do agronegócio pode ser conciliado com técnicas de “rotação de cultura, pluricultura, curvas de níveis, uso do controle biológico quando possível, observação de épocas, procedimentos adequados e recomendações para aplicação de pesticidas”, ajudando na preservação ambiental (CAMARGO, 2001).

O agronegócio visando somente o lucro tem causado consequências para o meio ambiente. O aumento do número de maquinários acelera a produção e esse benefício para os ruralistas traz consigo uma problemática ambiental, onde os agrotóxicos são cada vez mais utilizados e florestas são derrubadas para aumentar a área de cultivo.

Para alguns autores, sustentabilidade é tratada como sinônimo de desenvolvimento sustentável e para outros, esta similaridade vem dissipar a real motivação da sustentabilidade que pode se chocar com os próprios preceitos do capitalismo: crescer e se desenvolver e vice-versa, com isso, consumir cada vez mais.

Outra expressão muito utilizada é o desenvolvimento sustentável que ganhou força a partir da Conferência Mundial de Desenvolvimento e Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro, em 1992. Freitas (2012, p. 386 apud CARVALHO, 2015, p. 1) define sustentabilidade como “o princípio constitucional, imediata e diretamente vinculante, que determina, [...] a eficácia dos direitos fundamentais de todas as dimensões, não somente os de terceira dimensão”.

- a) A primeira dimensão seria os direitos de liberdade, individuais, civis e políticos. Ou seja, um direito vocacionado às prestações negativas, abstendo-se o Estado (dever de proteger a esfera de autonomia do indivíduo).
- b) A segunda dimensão consiste nos direitos voltados à igualdade (econômicos, sociais e culturais – próprios de um vigoroso papel ativo do Estado).
- c) A terceira dimensão trata dos direitos de titularidade da comunidade (direitos de solidariedade/fraternidade). Exemplo singelo é o meio ambiente.

Gadotti (2008) afirma que “a sustentabilidade é maior do que o desenvolvimento sustentável” e que o “modelo de desenvolvimento predominante hoje no planeta aponta para a insustentabilidade planetária” (GADOTTI, 2008).

Assim, a base de uma gestão sustentável dos recursos naturais abrange várias dimensões, incluindo a social, política, científica, tecnológica, econômica, e passando pela pesquisa, inovação e desenvolvimento.

O conceito de desenvolvimento sustentável tem também um componente educativo importante visto que não podemos negligenciar a questão da preservação do meio ambiente, mesmo sabendo que esta depende de uma consciência ecológica que está associada à formação da consciência oriunda da educação (GADOTTI, 2008).

Chambers e Conway (1992) afirmam que a sustentabilidade ambiental tem que ser complementada pela sustentabilidade social. A sustentabilidade social, de acordo com esses autores, se refere não somente ao que o ser humano pode proporcionar, mas como pode ser mantida uma qualidade de vida digna. Já Robinson e colaboradores (1990) propõem o termo "sociedade sustentável", associando a sustentabilidade ambiental à sociopolítica.

A Organização das Nações Unidas, à qual o Brasil pertence, lançou recentemente a proposta dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em uma tentativa de promover esta discussão globalmente (Figura 1).

Figura 1 – Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: Brasil (2015).

Na criação da chamada Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2016, foram estabelecidos 17 ODS, com 169 metas para serem

alcançados até 2030 pelos países que participaram da sua aprovação, ao todo 193 países (ONU, 2015a).

Levando em consideração os objetivos de desenvolvimento sustentável com a temática solo nos 17 ODS, destacamos os ODS 2 e o 15 como sendo aqueles relacionados à temática dos solos, em uma perspectiva abrangente que engloba a segurança alimentar e a sobrevivência humana. Os excertos dos textos destes dois ODS estão destacados, a seguir:

Objetivo 2: Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. [...] A agricultura é a maior empregadora única no mundo, provendo meios de vida para 40% da população global atual. Ela é a maior fonte de renda e trabalho para famílias pobres rurais. 500 milhões de pequenas fazendas no mundo todo, a maioria ainda dependente de chuva, fornecem até 80% da comida consumida numa grande parte dos países em desenvolvimento. Investir em pequenos agricultores é um modo importante de aumentar a segurança alimentar e a nutrição para os mais pobres, bem como a produção de alimentos para mercados locais e globais.

Objetivo 15: Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade. [...] Treze milhões de hectares de florestas estão sendo perdidos a cada ano. [...] Cerca de 1,6 bilhão de pessoas dependem das florestas para sua subsistência. Isso inclui 70 milhões de indígenas. Florestas são o lar de mais de 80% de todas as espécies de animais, plantas e insetos terrestres. [...] 2,6 bilhões de pessoas dependem diretamente da agricultura, mas 52% da terra usada para agricultura é afetada moderada ou severamente pela degradação do solo. [...] anualmente, devido à seca e desertificação, 12 milhões de hectares são perdidos (23 hectares por minuto), espaço em que 20 milhões de toneladas de grãos poderiam ter crescido. [...] Das 8.300 raças animais conhecidas, 8% estão extintas e 22% estão sob risco de extinção. 80% das pessoas vivendo em área rural em países em desenvolvimento dependem da medicina tradicional das plantas para ter cuidados com a saúde básica (ONU, 2015a).

Estas concepções acerca do solo presente nos ODS estão de acordo com a visão de sustentabilidade do solo que Gliessman (2000, p. 52) defende: “o solo é um elemento complexo, vivo, ativo e em transformação do bioecossistema e agroecossistema. Está sujeito a alterações e pode ser degradado ou manejado sabiamente”.

Sendo assim, destaca-se a importância da produção agrícola com a preservação da biodiversidade de espécies, onde as interações entre pessoas, cultivos, solos e animais é fundamental para que se obtenha o equilíbrio do sistema.

Vargas, Fontoura e Wizniewsky (2013) abordam a concepção da agroecologia para a sustentabilidade agrícola, destacando a importância da biodiversidade e a interação entre as espécies animais e vegetais, da harmonização das culturas para um bom uso do solo (VARGAS; FONTOURA; WIZNIEWSKY, 2013; GLIESSMAN, 2000).

3.2 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE DO SOLO NO CONTEXTO SOCIAL

O solo, segundo Coelho e colaboradores (2013), em material veiculado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) é definido como o seguinte excerto:

Solo é o material solto e macio que cobre a superfície da terra, como uma casca cobre uma laranja. Ao contrário da casca, que tem uma superfície relativamente uniforme quando observada a olho nu, os solos variam muito na superfície da terra, tanto com relação à sua espessura (da superfície do solo em contato com a atmosfera até a rocha que lhes deu origem), quanto em relação às suas características, tais como cor, quantidade e organização das partículas de que são compostos (argila, silte e areia), fertilidade (capacidade em suprir nutrientes, água e favorecer o crescimento das plantas), porosidade (quantidade e arranjo dos poros), entre outras características. São constituídos de água, ar, material mineral e orgânico, contendo ainda organismos vivos. Servem como um meio natural para o crescimento das plantas, e é acima deles que construímos nossas casas, edifícios, estradas, etc. É acima deles que vivemos. (COELHO et al., 2013, p. 48).

O solo vem sendo usado e explorado indistintamente em nosso país, na grande maioria das suas atividades, como se fosse um recurso natural inesgotável. Isto ocorre porque, em geral, muitas sociedades consideram que o solo é onde se pisa, se pode plantar e colher, mas, mesmo assim, contraditoriamente, não faz parte do meio ambiente (RUELLAN, 1988).

A falta de cuidados e manutenção da vida dos solos pode, porém, causar a migração do campo para as cidades, a grande concentração de terras no país e não mais grave que estes dois fatores, o aumento da desertificação, já anunciada para as regiões semiáridas no século passado (ANDRADE, 1974).

O uso indiscriminado do solo baseado em uma agricultura exploradora, esgotadora de todos os seus recursos físico-químicos desencadeia a perda de produtividade e agravamento social das populações agrícolas.

Já, em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), foi elaborada a Agenda 21, que dentre outras questões, considerou a degradação da terra o mais grave problema ambiental, sinalizando os problemas associados a este mal-uso como a erosão, salinização, lixiviação, acidificação, laterização, encharcamento, poluição e perda da fertilidade do solo, principalmente para países em desenvolvimento, como o Brasil (BRASIL, 2019).

Contudo, a conservação do solo não se limita ao controle da erosão, mas ao conjunto de técnicas, de práticas e de conhecimentos que permitam o uso racional das terras ao longo do tempo, mantendo em alta seu potencial produtivo.

Dessa forma, a agropecuária precisa de um desenvolvimento de tecnologia e pesquisa que possam dar um suporte ambiental, por exemplo, manejo adequado do solo, sistema de irrigação, reflorestamento e adubação verde e rotação de cultura.

Ao se abordar o tema solo, não se pode isolá-lo de todo o ecossistema e o seu equilíbrio. Deste modo, o bom uso dos solos também está relacionado à qualidade da água.

Arcova e Cicco (1999) afirmam que nas áreas onde se desenvolve, por exemplo, a agricultura, o uso do solo contribui para as características da água. Infelizmente, em muitos casos esta contribuição é prejudicial, levando a uma degradação intensa e prolongada dos recursos hídricos.

No entanto, a agricultura pode ser sustentável que para Rego (1993) é aquela onde “o sistema agrícola tem capacidade de prover, a si próprio, todas, ou quase todas, as suas necessidades químicas e biológicas”.

Segundo Doran e Parkin (1994 apud VEZZANI et al., 2009, p. 5), o solo com qualidade é aquele que funciona:

“dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado para sustentar a produtividade de plantas e animais, conservando ou acrescentando a qualidade do ar e da água e promovendo assim a saúde das plantas, dos animais e dos homens” (VEZZANI, 2009, p. 5).

Deste modo, na abordagem da temática solo no Ensino de Química, justamente, para fazer uma boa associação com a sustentabilidade, deve-se discuti-lo como um sistema vivo e que deve e dá vida e não como algo morto, isolado, feito para ser explorado e esgotado. Sendo o solo um dos poucos recursos naturais renováveis, é importante destacar que este é a principal matéria-prima da agricultura, por ser um dos principais elementos a dar condições de germinação aos vegetais, sofrendo, no entanto, uma série de impactos na prática agrícola. Sendo assim, se faz de suma importância o conhecimento dos trabalhadores rurais acerca do solo e das plantações (FERNANDES; MELO, 2020)

3.3 A MÁ DISTRIBUIÇÃO DO SOLO

Há mais de quatorze anos, em 2006, o Censo Agropecuário feito pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), informou que há muita terra na mão de poucos em nosso país.

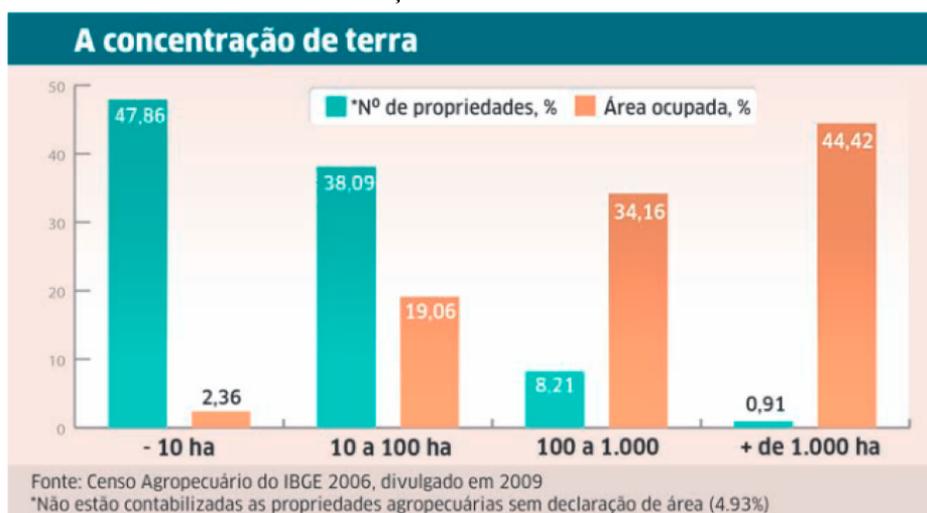
O Índice de Gini é um instrumento para medir o grau de concentração de renda ou propriedade em determinado grupo, indicando a desigualdade entre os mais pobres e os mais ricos, entre as maiores propriedades e as menores propriedades. Numericamente, varia de zero

a um, sendo que o valor zero, representa a situação de igualdade hipotética, na qual todos teriam a mesma renda ou propriedade, e o valor um, a situação extrema oposta, na qual uma única pessoa deteria toda a renda ou propriedade (CACCIAMALI, 2005).

O índice de Gini do uso do solo no Brasil (Gráfico 2) é de 0,872, muito próximo de um, o que indicaria o nível máximo de concentração. Em 1996, quando foi feito o último censo, a taxa era de 0,856. A concentração na terra é 67% superior à da renda no país, que já apresenta um grau de desigualdade entre os maiores do mundo (O GLOBO, 2009).

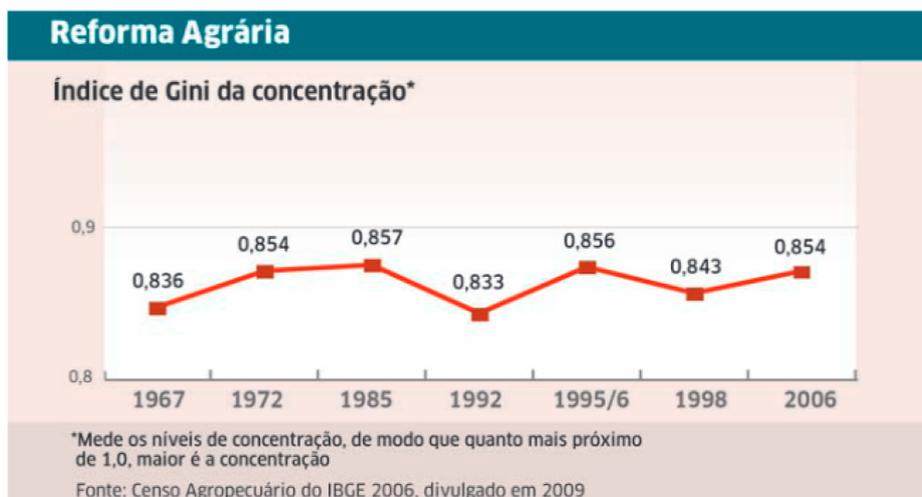
Em outra comparação, o Brasil tem uma concentração de terra (Gráfico 1) pior que a Namíbia na distribuição de renda, com o índice Gini da renda é de 0,72, sendo os estados mais concentradores o de Alagoas (0,871) e Mato Grosso (0,865) (O GLOBO, 2009). Passados muitos anos, o IBGE divulgou dados parciais sobre o novo Censo Agropecuário, de 2017, indicando que a concentração fundiária aumentou, havendo um aumento ainda maior em relação ao censo anterior, de 2006, com 47,5% estabelecimentos com mais de mil hectares contra 45% (IBGE, 2019). Assim, a desigualdade social brasileira que já é grande, com muita gente com pouca ou sem-terra alguma, aumentou. E mais, o uso de agrotóxicos também aumentou e este crescimento de 2006 a 2017 foi de 20,4 % (IBGE, 2019).

Gráfico 1 – Concentração de terra no Brasil no ano de 2006.



Fonte: Carvalho e Aggege (2011).

Gráfico 2 – Índice de Gini da Concentração no ano de 2006.



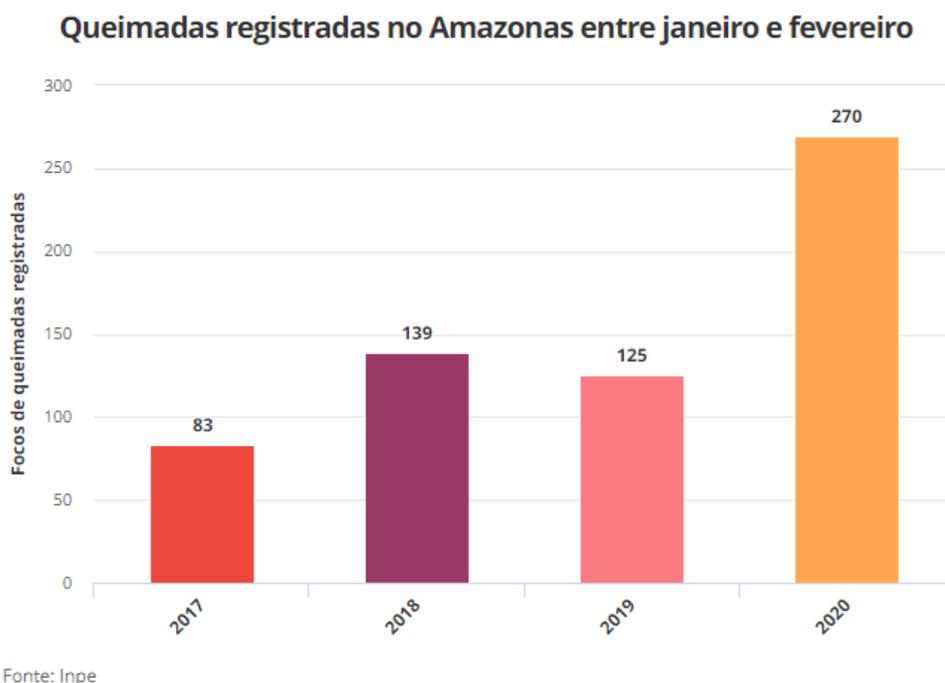
Fonte: Carvalho e Aggege (2011).

3.4 A REALIZAÇÃO DE TÉCNICAS AGRÍCOLAS NÃO SUSTENTÁVEIS E ULTRAPASSADAS COMO QUEIMADAS

As queimadas foram muito utilizadas ao longo da história do Brasil, desde o início da agricultura e ainda são, infelizmente, neste século, utilizadas como “técnicas agrícolas”, se é que podem ser consideradas como tal. Segundo a EMBRAPA:

A queimada ainda é muito utilizada pelos agricultores para limpeza e preparo do solo antes do plantio. Muitas vezes, essa prática é feita de maneira indiscriminada e sem acompanhamento, causando danos ao solo, como a eliminação de nutrientes essenciais às plantas. As queimadas também trazem uma série de prejuízos à biodiversidade, a dinâmica dos ecossistemas e a qualidade do ar (EMBRAPA, 2015).

Segundo pesquisadores da EMBRAPA (2015), a queimada como técnica agrícola deve ser a última alternativa para a limpeza do campo, pois além de retirar os restos de vegetais, remove a matéria orgânica do solo e poluem o ar ao eliminar gases que cooperam para o aquecimento global. No entanto, a sua prática ainda é empregada por todo o país, inclusive nas áreas de maior suscetibilidade e importância ambiental, como é a região Amazônica e do Pantanal. Essa técnica sendo empregada a longo prazo pode gerar deterioração do solo. Todos os dias nos deparamos, em nossos jornais e telejornais, com a incidência de queimadas em extensas regiões desta área, afetando gravemente a biodiversidade e o equilíbrio climático, não somente brasileiro, mas mundial.



Fonte: G1 (2020).

Em janeiro e fevereiro de 2020, 270 focos de queimadas foram registrados no Amazonas, segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O número é o maior dos últimos três anos em todo o estado (G1, 2020).

Mais de 12 mil focos de queimadas foram registrados no Amazonas durante o ano de 2019, segundo o levantamento feito pelo Inpe. O número foi o maior entre os anos de 2016 e 2019 em todo o estado (G1, 2020).

Cerca de 33% das queimadas ilegais em terras indígenas e unidades de conservação são as mais atingidas na Amazônia segundo o levantamento do Instituto Socioambiental (ISA), dados indicam os 67% restantes das áreas queimadas ocorre fora desses limites (ISA, 2019).

Para os casos específicos, em que não há alternativa a não ser a queima, à Fundação Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (FEMARH), autoriza a queimada controlada.

O Pantanal registrou 6048 focos de queimada em setembro de 2020, foi o número maior de focos de incêndio na história, segundo dados do Inpe (G1, 2020).

O IBGE, aponta que o Brasil perdeu 8,3% da vegetação natural, sendo 42% tornando-se pastos e 19% plantação, sendo a Amazônia e o Cerrado os biomas mais atingidos com essas perdas (G1, 2020).

3.5 O USO DOS AGROTÓXICOS NO PAÍS

Algumas substâncias químicas estão pautadas a múltiplos efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente, por isso, no parágrafo 34 da Agenda 2030 está expresso o compromisso:

Vamos reduzir os impactos negativos das atividades urbanas e dos produtos químicos que são perigosos para a saúde humana e para o ambiente, por meio da gestão ambientalmente adequada e utilização segura de produtos químicos, a redução e a reciclagem de resíduos e o uso mais eficiente da água e da energia (ONU, 2015b).

As substâncias químicas e resíduos devem apresentar uma logística adequada e é uma meta específica dentro do ODS 12: “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”.

Segundo Santos (entre 2000 e 2018) mesmo havendo algum benefício para a agricultura, os agrotóxicos são nocivos para os seres vivos e para o meio ambiente pois contaminam e/ou poluem o solo, a água e o ar, além de serem exageradamente prejudiciais a cadeia alimentar, pois são bioacumuladores.

Uma das principais causas dos danos ambientais é o emprego das substâncias químicas presentes nos agrotóxicos, pois eles têm a capacidade de contaminar os solos, os lagos e os riachos. A partir das chuvas, essas substâncias penetram no solo profundamente, poluindo assim os lençóis freáticos. Além disso, o solo perde seus nutrientes e os micro-organismos, as bactérias, conhecidas como *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* que auxiliam na fixação de nitrogênio, importante para o ciclo biogeoquímico do nitrogênio (CARNEIRO, 2015).

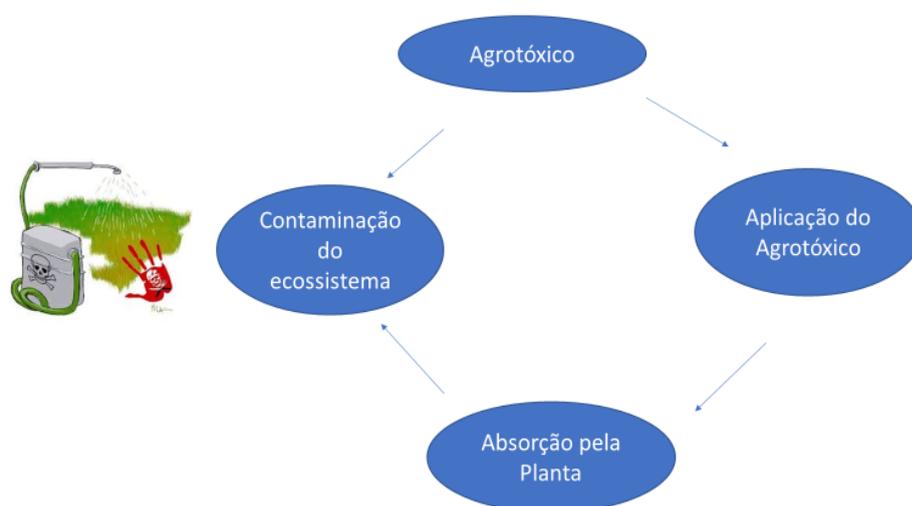
Estes produtos poluem o ar, pois são liberadas partículas em suspensão através da pulverização, desencadeando intoxicações em pessoas e animais, que respiram o ar contaminado. Além disso, os agrotóxicos ao entrarem em contato com outras substâncias, como o enxofre, podem acarretar diversas reações químicas, dando origem a diferentes fenômenos como por exemplo a chuva ácida, que tem um resultado corrosivo, provocando a destruição do fitoplâncton, levando à morte do zooplâncton, além da destruição de plantações, remoção de nutrientes do solo, corrosão do concreto, do ferro e do cimento de construções. De acordo com Soares (2010), o desequilíbrio ambiental é muito influenciado pelo uso impróprio e excessivo de agrotóxicos que prejudicam o meio ambiente em diversos aspectos.

No atual sistema de produção agrícola, torna-se comum a desestruturação ecológica do meio ambiente, que se agrava pela remoção de plantas competitivas, linhagens por seleção, monocultivo, adubação química, irrigação, podas e controle de pragas e

doenças. Consequentemente, como medida corretiva para esse desequilíbrio ambiental, o controle químico passa ser um mecanismo fundamental para assegurar a proteção contra baixas produtividades ou até a destruição da espécie cultivada (PERES; ROZEMBERG; LUCCA et al., 2005).

De acordo com o autor mencionado anteriormente, nota-se a importância do uso consciente e responsável do uso dos agrotóxicos para equilíbrio de um ecossistema mais saudável e propício para a sobrevivência, perpetuação e qualidade da vida humana e animal no planeta Terra. O uso indiscriminado de agrotóxicos pode levar à contaminação da água e do solo e causar efeitos drásticos em espécies não alvo, afetando a biodiversidade, as redes alimentares e os ecossistemas aquáticos e terrestres.

Esquema 2 – Fluxo de um agrotóxico no ecossistema.



Tamiasso-Martinhon; Miranda (2019a).

Fonte: Gerpe;

Os princípios ativos dos agrotóxicos podem ser altamente tóxicos causando assim alterações no sistema nervoso central, além de gerar mutações genéticas de diferentes graus e que podem ter como consequência neoplasias, além de serem agentes teratogênicos (ANVISA, 2019).

Ultimamente existem cerca de 200 tipos de agrotóxicos diferentes e o Brasil é um dos principais consumidores. Aliás, muitos desses compostos são proibidos em outros países, mas no Brasil são utilizados em larga escala sem uma preocupação em relação aos males que podem causar (ANVISA, 2019).

O quadro apresenta alguns agrotóxicos proibidos em outros países e utilizados no Brasil.

Quadro 1 – Agrotóxicos proibidos em outros países e utilizados no Brasil.

Agrotóxicos proibidos em outros países e utilizados no Brasil			
Substância	Onde é proibida	Algumas culturas onde é utilizada	Problemas relacionados
Acefato	União Europeia (UE)	Amendoim, batata, brócolis, couve, feijão, melão, repolho e soja	É cancerígeno e provoca danos aos sistemas nervoso e reprodutivo. No processo de reavaliação, a Anvisa alterou os limites e as recomendações de uso dessa substância.
Carbofurano	EUA e UE	Amendoim, arroz, banana, batata, café, cenoura, feijão, milho, repolho, tomate e trigo	Pode desregular o sistema endócrino. Considerado um dos venenos mais eficazes que existe.
Fosmete	UE	Frutas cítricas, maçã, pêsego	É nocivo ao sistema nervoso e pode provocar fraqueza e insuficiência respiratória. No processo de reavaliação, a Anvisa alterou os limites e as recomendações de uso dessa substância.
Lactofem	EUA e UE	Soja	É cancerígeno e extremamente tóxico.
Paraquate	UE	Arroz, batata, beterraba, cacau, café, couve, feijão, milho, soja, trigo e várias frutas	Causa Doença de Parkinson, segundo a Anvisa. A exposição pode levar ao aparecimento de fibrose pulmonar irreversível.
Parationa Metílica	UE, Japão e China. EUA (uso restrito)	Alho, arroz, batata, cebola, feijão, milho, soja e trigo.	É cancerígeno e pode causar mutações genéticas e danos aos sistemas nervoso e endócrino.
Tiram	EUA	Amendoim, arroz, batata, ervilha, feijão, milho, soja e trigo.	Provoca mutações genéticas e danos ao sistema endócrino.

Fonte: Anvisa/2015 © DW

Fonte: Deutsche Welle (2015).

3.6 ESGOTAMENTO DO SOLO E PRINCÍPIOS ATIVOS DOS AGROTÓXICOS MAIS USADOS NO BRASIL, ONDE SÃO USADOS? SUAS FÓRMULAS?

Com o agravamento das queimadas, há uma maior necessidade do uso de fertilizantes, em função do empobrecimento do solo, que causa uma série de consequências ao equilíbrio ambiental, ocasionando uma maior proliferação de insetos e pragas, o que desencadeia o uso de maior quantidade de agrotóxicos. De acordo com os dados do Instituto de Pesquisas Econômica e Aplicada (IPEA), o Brasil apresenta uma expansão territorial do uso de agrotóxicos, associado a uma diminuição da agricultura familiar, sendo agravado pelo aumento do uso indiscriminado de agrotóxicos também nestes tipos de cultivo (IPEA, 2019).

Desde 2008, o Brasil está classificado como o maior consumidor de agrotóxicos do mundo (IPEA, 2019) e, de acordo com o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)¹, as análises mostram que 23% dos alimentos de origem vegetal

¹ Plano plurianual 2017-2020 - resultados do 1º Ciclo 2017-2018 (ANVISA, 2020).

consumidos pela população brasileira estão conformes em relação à quantidade de agrotóxicos presentes. Mais agravante ainda foram os resultados das análises de alimentos como abacaxi, laranja, batata doce, goiaba e uva, que indicaram o risco agudo na concentração de agrotóxicos, implicando em um potencial prejuízo à saúde em uma única exposição, refeição ou ao longo do dia (ANVISA, 2020).

No Quadro 2 são apresentados os ingredientes ativos mais usados para a formulação dos agrotóxicos no Brasil, destacando-se o glifosato (ácido N-fosfometil -2-aminoacético) e o 2,4 D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético) (IPEA, 2019). No Quadro 3 são apresentadas as fórmulas estruturais desses dois ingredientes ativos, mais as do Mancozebe, um ditiocarbamato muito utilizado, além do DDT- 1-cloro-4-[2,2,2-tricloro-1,4-clorofenil) etilbenzeno) que já foi empregado e banido, sendo importante na contextualização histórica dos agrotóxicos (LONDRES, 2012).

Quadro 2 – Princípios ativos dos agrotóxicos mais usados no Brasil.

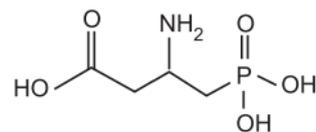
Ingrediente	Percentual
Glifosato	32,1%
2,4 - D	10,6%
Mancozebe	5,7%
Acefato	5,0%
Óleo Mineral	5,0%
Atrazina	4,6%
Óleo Vegetal	2,5%
Paraquate (dicloreto)	2,2%
Imidacloprido	1,7%
Oxicloreto de cobre	1,4%
Outros	29,3%

Fonte: IPEA (2019).

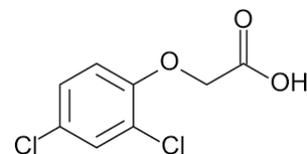
Quadro 3 – Fórmulas estruturais dos ingredientes ativos dos agrotóxicos.

Princípio ativo do agrotóxico	
Nome comercial (Nomenclatura da IUPAC)	Fórmula estrutural

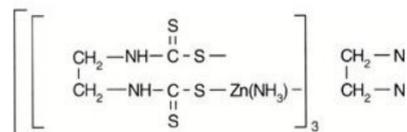
Glifosato
(Ácido N-fosfometil -2-aminoacético)



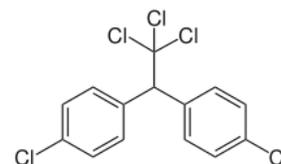
2,4 D
Herbicida
(Ácido 2,4 diclorofenoxiacético)



Mancozebe /Metiram
Fungicida
(Etileno-bis-ditiocarbamato de zinco)

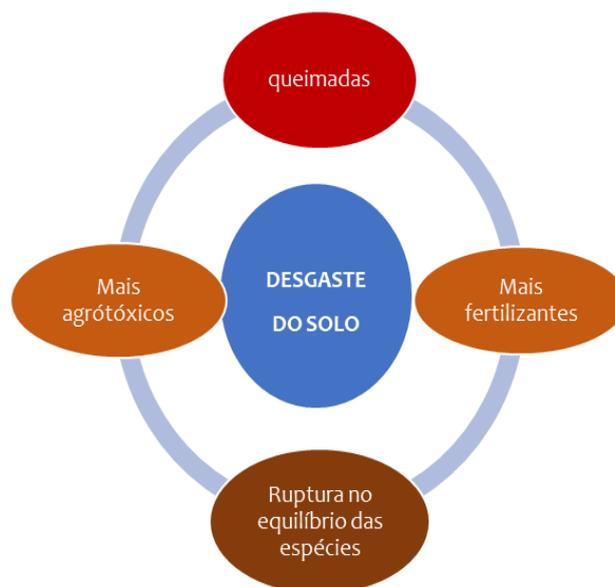


DDT
(1-cloro-4-[2,2,2-tricloro-1,4-clorofenil etilbenzeno])



Fonte: Gerpe; Tamiasso-Martinhon; Miranda (2021).

Esquema 3 – Ciclo de esgotamento do solo.



Fonte: Gerpe; Tamiasso-Martinhon; Miranda (2021).

No entanto, já existem opções para se quebrar o ciclo de esgotamento do solo, como ilustra o Esquema 3, diminuindo gradativamente, ou totalmente, o emprego de agrotóxicos na produção de alimentos de origem vegetal.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem desenvolvido o manejo integrado de pragas (MIP) em diferentes tipos de cultivo, que é uma concepção integrativa, que emprega técnicas e procedimentos ecológicos para controlar naturalmente a população de pragas.

O manejo integrado de pragas (MIP) é uma filosofia de controle de pragas que procura preservar e/ ou incrementar os fatores de mortalidade natural, por meio do uso integrado de todas as técnicas de combate possíveis e disponíveis, selecionadas com base em parâmetros ecológicos, econômicos e sociológicos. Visa, ainda, manter os níveis populacionais dessas pragas abaixo do nível de dano econômico (NDE), por meio da utilização simultânea de diferentes técnicas ou táticas de controle, de forma econômica e harmoniosa com o ambiente (WAQUIL, 2002, p. 2)

No contexto do MIP, só é considerado praga aquilo que venha a causar danos econômicos. Este sistema também é conhecido como manejo ecológico de pragas (MEP) e manejo agroecológico de pragas (MAP).

Certamente, este contexto e suas implicações devem ser discutidos em sala de aula, propiciando reflexões críticas a partir de seu entrelaçamento com o aprendizado de Química. Afinal, o direito ambiental precisa ser compreendido como um direito da humanidade, e tais assuntos precisam ser discutidos em sala de aula.

3.7 AGRICULTURA REGENERATIVA *versus* AGRICULTURA SINTRÓPICA *versus* AGRICULTURA CONVENCIONAL

O termo “agricultura regenerativa” visa aos processos de regeneração dos processos agrícolas ao longo do tempo, restabelecendo os recursos naturais em áreas de grande intensificação agrícola. O processo diz respeito à possibilidade de produção através da recuperação do solo.

Sua proposta inclui a regeneração e manutenção de todo o sistema de produção agrícola, tanto as comunidades rurais quanto os consumidores. Essa regeneração da agricultura leva em consideração, além dos aspectos econômicos, as questões ecológicas, éticas e de igualdade social.

Esse termo foi criado por Robert Rodale em 1983, que utilizou teorias de hierarquia ecológica para estudar os processos de regeneração nos sistemas agrícolas. Sua proposta visa

a regeneração e manutenção não apenas da produção agrícola, mas de todo o sistema de produção alimentar, também visam manter a biodiversidade do solo, com presença de raízes e microrganismos no solo. São as relações biológicas realizadas por esses organismos vivos que fazem o ciclo biogeoquímico de nutrientes acontecer, sem alterar o solo, além de realizar a manutenção do carbono e nitrogênio armazenado no subsolo para serem utilizados pelas plantas quando for necessário.

A diversidade de microrganismos no solo também promove o controle biológico e auxilia na redução de pragas e doenças. Diminuindo a necessidade de grandes quantidades de insumos como fertilizantes e agrotóxicos.

A agricultura regenerativa na década de 80 com uma abordagem holística para resgatar algumas características da agricultura orgânica da década de 40, mas priorizando as práticas da saúde do solo e da gestão da terra, utilizados na agricultura moderna.

Algumas características são:

- Rotação de culturas ou cultivo sucessivo de mais de uma planta na mesma terra;
- Adoção de plantas de cobertura;
- Redução de arado no solo;
- Apresentar pasto para gado e manter o desenvolvimento de outras plantas;
- Diminuição do uso de fertilizantes;
- Promover o bem-estar animal e práticas justas de trabalho para os agricultores (EMBRAPA, s. d.).

O termo agricultura sintrópica foi idealizada e difundida pelo agricultor e pesquisador Ernst Götsch em 1948, é designado a um sistema de cultivo agroflorestal baseado no conceito de sintropia. Ele é caracterizado pela organização, integração, equilíbrio e preservação de energia no ambiente (HAMELAK, 2021).

Na agricultura sintrópica as plantas são cultivadas em união e organizadas em linhas paralelas, intercalando espécies de portes e características diferentes, visando ao aproveitamento máximo do terreno e levando em consideração a manutenção e reintrodução das espécies nativas.

A ideia geral da agricultura sintrópica é apressar o processo de sucessão natural utilizando duas técnicas: a capina seletiva, removendo plantas pioneiras nativas quando maduras, e a poda de árvores e arbustos. Após a poda, galhos e folhagens descartados são distribuídos sobre o solo, servindo como adubo. À medida que os ciclos de plantio ocorrem, há um enriquecimento do solo, graças à disponibilidade de matéria orgânica remanescente das colheitas. Não fazendo uso de compostos químicos (HAMELAK, 2021).

Princípios da agricultura sintrópica:

- Alta diversidade;
- Estratificação;
- Sucessão;
- Cobertura do solo;

A agricultura convencional é um modo agrícola onde prevalece a busca da maior produtividade através da utilização intensa de insumos externos, o que a curto prazo ocasiona resultados econômicos visíveis como o aumento da produtividade e eficiência agrícola. O que em um primeiro momento contribui para o aumento da produtividade e diminuição da migração rural e traz uma melhora na distribuição de renda (SOUZA, 2005), porém a longo prazo trazem danos ambientais, consumindo recursos não-renováveis e em sua maioria voltados ao mercado externo.

A exploração ao máximo da natureza, sem observar os limites de sua utilização, como é focado na monocultura desenvolvida em larga escala, o que a longo prazo pode gerar um estreitamento da diversidade genética do meio ambiente explorado.

Princípios da agricultura Convencional

- Exploradora;
- Custo das externalidades frequentemente não contabilizadas;
- Benefícios de curto prazo sobrevalorizado com relação às consequências de longo prazo;
- Baseia-se em uso bastante intenso de recursos não-renováveis;
- Elevada produtividade para abastecer a demanda por consumo, mantendo o feito multiplicador para o crescimento econômico;
- Base genética estreita;
- Maior parte dos cultivos em monocultura.

Esse tipo de agricultura apresenta riscos principalmente por práticas inadequadas de manejo do solo e das culturas, desmatamento, perda da biodiversidade, salinidade, desertificação, erosão dos solos e contaminação dos recursos naturais (HAMELAK, 2021).

O sistema da agricultura convencional é considerado altamente dependente de compostos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos (ADL; IRON; KOLOKOLNIKOV, 2011), que podem, quando utilizados de forma inadequada, provocar contaminação de solos, água e ar, além de causar resistência de pragas e aumento das emissões de gases de efeito estufa (TSCHARNTKE et al., 2012).

3.8 A IMPORTÂNCIA DA SUSTENTABILIDADE DO SOLO NO ENSINO DE QUÍMICA

O solo constitui uma influência direta na sobrevivência e qualidade de vida no ecossistema, com isto se faz necessário à sua conservação e preservação.

Segundo Cruz e Costa (2015, p. 199) "a transdisciplinaridade aborda a complexidade da ciência e desafia a fragmentação do conhecimento". Nesse modo, a abordagem de temas ligados à EA contribui para a disseminação do conhecimento científico na sociedade.

Neste sentido, o ensino das Ciências da Natureza, em particular o de Química, é fundamental na educação para a sustentabilidade, uma vez que muitas substâncias estão diretamente relacionadas a impactos ambientais.

Podemos conceber assim que a sustentabilidade requer uma nova atitude do professor de Química. A relação desse professor com a sustentabilidade deve ser íntima, uma vez que este é responsável pela contextualização das temáticas envolvendo assuntos sobre produção de resíduos, efluentes tóxicos, toxicidade das substâncias químicas, gases causadores do efeito estufa e do aquecimento global.

Assim sendo a escola passa a ser a principal responsável pelo desenvolvimento e propagação de conhecimentos, bem como na qualificação de professores e demais profissionais para o exercício de suas atividades, e assim contribuir para uma mudança de paradigma, desenvolvendo conhecimentos concretos de química sustentável.

Um dos principais problemas ambientais é a poluição dos solos por resíduos urbanos, estes resíduos podem apresentar diversos componentes químicos, em sua composição, como metais pesados, como mercúrio, chumbo, zinco, ferro, cádmio e outros, que são altamente tóxicos para o meio ambiente e a saúde humana (OLIVEIRA et al., 2016).

Segundo Nunes et al. (2014) o solo é a camada superficial da crosta terrestre, composta por sais minerais e matéria orgânica, que se dispersam pelos vegetais, resultando do intemperismo e da degeneração das rochas, servindo de base para todas as atividades sócio geográficas e naturais.

A conservação do solo é o fundamento da sustentabilidade do meio ambiente, sendo favorável proporcionar a aquisição de informações sobre o papel que exerce no ecossistema, demonstrando sua importância na sociedade (BECKER, 2005).

Seguindo esse escopo, o desenvolvimento da EA nas escolas tem o papel de modificar e preparar os alunos para serem cidadãos responsáveis pelas questões ambientais (JACOBI, 2003).

Foi estabelecido um plano pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) e a IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada) que declararam 2011, o Ano Internacional da Química (AIQ) com uma série de temas com a intenção de resolver problemas críticos enfrentados pela humanidade no século 21. Esse planejamento teve como tema principal a sustentabilidade ambiental.

Não podemos deixar de citar a dimensão sociocultural que apresenta a grande influência na transição para a sustentabilidade, e, neste contexto, o Ensino de Química é favorável para disseminar a temática sustentável desempenhando um papel significativo.

3.9 ANTROPOCENO *versus* CAPITALOCENO

Estamos em um carro gigante, acelerando na direção de uma parede de tijolos
e todo mundo fica discutindo sobre onde cada um vai sentar”

David Suzuki

Atualmente estamos vivendo em uma grande emergência climática, a humanidade vem enfrentando uma ameaça global provocada pelo estilo de vida, as formas de produção e o consumo desenfreado da sociedade. Estamos prestes a entrar em um colapso ecológico e civilizatório (ALVES, 2019).

Sendo assim, se faz necessário adotar medidas para evitar esses problemas climáticos e ambientais, conscientizando as autoridades a tomar ações drásticas e mudar de rumo do desenvolvimento enquanto ainda seja possível (ALVES, 2019).

O capitaloceno surge como uma crítica ao conceito de antropoceno, ao considerar que a ação humana é transcorrida por relações políticas e econômicas de poder e desigualdades no contexto do capitalismo global. O conceito de “antropoceno” enfatiza o papel do ser humano na transformação do mundo biológico, físico e químico na origem dos problemas ambientais globais (ALVES, 2019).

O capitaloceno valoriza a economia capitalista, se apropriando da natureza e dos territórios e não apenas das ações humanas, sendo essas as causas das transformações no meio ambiente (ALVES, 2020).

O debate em torno do antropoceno como do capitaloceno se faz necessário para repensarmos na relação política em relação ao ser humano com a natureza, o que pode provocar a abertura de diferentes discussões de diferentes olhares, trajetórias, culturas, para

construção de novas práticas no que diz respeito à natureza, o Estado, aos direitos humanos e não humanos. Além de permitir uma nova configuração territorial, ambiental e cultural, gerando mudanças na relação do ser humano com a natureza.

O antropoceno é uma era conhecida como “época da dominação humana”. Com a revolução industrial deu início ao uso de combustíveis fósseis e à produção em massa de mercadorias e meios de subsistência, possibilitando uma expansão exponencial das atividades antrópicas (ALVES, 2020).

No antropoceno, a humanidade danificou o equilíbrio homeostático existente no meio ambiente. Alterou a química da atmosfera, promoveu a acidificação dos solos e das águas, poluiu rios, lagos e os oceanos, reduziu a disponibilidade de água potável, promove extinção das espécies, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) romperam com o nível de concentração de CO₂ na atmosfera, redução da biodiversidade, perda de fertilidade dos solos, crise hídrica, é um futuro próximo de um colapso ambiental e social (ALVES, 2020). Estudo de Steffen e colegas (2018) que indicou que a Terra pode entrar em uma situação com clima tão quente que pode elevar as temperaturas médias globais a até cinco graus Celsius acima e aumento no nível dos oceanos entre 10 e 60 metros (STEFFEN et al., 2018).

Do ponto de vista do impacto ambiental, não importa qual seja o regime de governo. O capitalismo é uma relação social e não basta mudar os regimes governamentais dos meios de produção, mas manter a mesma base de produção. A economia é marcada por grandes desigualdades e, evidentemente, as pessoas mais ricas consomem mais e degradam mais o meio ambiente, ocorrendo o contrário com as pessoas mais pobres. (ALVES, 2020).

Segundo o Global Comment (2019), o modelo de desenvolvimento e o crescimento demoeconômico são as verdadeiras causas da crise climática e ambiental atual. Ele diz:

“O crescimento econômico precisa do crescimento populacional para se sustentar. Mas quando um planeta empobrecido não pode mais carregar o fardo de uma população inflada e suas infinitas demandas, o crescimento não passa de uma ilusão perigosa. A economia saudável de hoje é a miséria distópica de amanhã” (GLOBAL COMMENT, 2019).²

A ONU estima que até 2100 a população mundial deve atingir cerca de 11 bilhões de habitantes e além dos problemas ambientais, existem os problemas de desigualdades sociais que tornam o mundo em situação tensa prestes a explodir. Toda a humanidade perderá, mas o

apartheid social será reforçado pelo apartheid climático, pois os pobres pagarão um preço proporcionalmente maior pelos danos causados² principalmente pelos ricos (ALVES, 2015).

² “Economic growth needs population growth to sustain itself. But when a depleted planet can no longer carry the burden of an existing population and its endless demands, growth is nothing but a dangerous illusion. Today’s ‘healthy economy’ is tomorrow’s dystopian misery.”

4 O ENSINO DE QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

“A Educação Ambiental é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental.”

Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, Art. 2º.

O ensino dedicado a jovens e adultos (EJA) ao longo desta história passou por avanços e retrocessos, tendo como documentos norteadores a Constituição Federal de 1988, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1996 e as Diretrizes Curriculares específicas de 2000, que delegam ao Poder Público o dever de viabilizar o acesso e permanência gratuitos ao ensino com adequações às características, necessidades e disponibilidades desse público (BRASIL, 1996).

Caracteristicamente, o público mais atendido é constituído por estudantes de origem mais pobre, apresentando uma faixa etária heterogênea, porém, a presença dos jovens entre 15 e 25 anos tem sido cada vez maior (GARCIA; SILVA. 2018).

A EJA tem entre inúmeras funções, como a de reparar o tempo perdido por diferentes fatores, como por exemplo, pessoas que vivem no mundo adulto do trabalho, com responsabilidades sociais e familiares.

Neste sentido, a EJA tem a finalidade de garantir uma educação de qualidade, dar oportunidades e por fim, qualificar, para educação contínua ao longo da vida. Assim, contribui para que essas pessoas adquiram habilidades e conhecimentos necessários para exercer seus direitos e controlar seus destinos, além da redução da pobreza e aumento da inclusão social no país ao possibilitar melhores oportunidades de emprego (MACHADO, 2016).

Nicodemos e Serra (2021), apontam que a EJA apresenta uma especificidade no que se refere a elaboração das atividades e conteúdo. Sendo assim, o Ensino de Química e a transversalidade no contexto ambiental, vem se fazendo necessário uma atenção para sua realidade e diversidade, levando em consideração suas lutas e desafios quanto cidadão.

No ano de 2020 foi decretado o estado de calamidade pública por conta da pandemia de Covid – 19, estabelecendo assim a suspensão das aulas presenciais e, em seguida a implementação das aulas remotas, sem planejamento e infraestrutura (NICODEMOS; SERRA, 2020). Neste momento a EJA sofre com a invisibilidade e incompatibilidade das desigualdades nas políticas educacionais. Os educandos da EJA são os mais atingidos pelas condições sociais e econômicas, pois são os trabalhadores de baixa renda o que impacta na participação do novo modelo de ensino remoto implantado, assim como no modelo do ensino híbrido implantado no ano de 2021 (NICODEMOS; SERRA, 2020).

O ensino remoto ofertado, sem garantia de acesso à internet e a equipamentos, implicou em mais uma marca histórica de negação de direitos que esses sujeitos experimentam (NICODEMOS; SERRA, 2020).

Mesmo após a volta das aulas presenciais, a EJA tem vivenciado alguns desafios, como exemplo as salas de aula estão normalmente vazias à noite, sendo a evasão um fato preocupante para as escolas. O que representa uma necessidade de implementar avanços tecnológicos junto aos municípios.

O Ensino de Química tem papel fundamental em ampliar os horizontes do aluno para interpretar e intervir de forma ética e sustentável na realidade a seu redor. Nesse sentido, práticas de sala de aula que tornam o aluno mais crítico e reflexivo são necessárias.

Conforme a Lei nº 9.795/99 sobre a Política Nacional de Educação Ambiental, a EAC é um componente essencial da educação nacional que deve estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino, em caráter formal e não-formal. Dessa forma, a educação ambiental deve ser desenvolvida de maneira articulada compreendendo a educação de jovens e adultos (BRASIL,1999).

Há, portanto, pouca demanda por pesquisas nesse nível de escolaridade que promovam o debate desta temática e a consequente legitimação de valores e atitudes condizentes com a importância de abordar temas como sustentabilidade do solo, agrotóxicos e outros assuntos de suma importância para conscientização da necessidade da conservação do ecossistema (GERPE et al., 2019b).

Nesse sentido, a utilização das aulas torna-se fundamental um meio motivador de abordar o assunto na escola e na universidade, pois podem estimular a aprendizagem e reflexão crítica tanto dos discentes, como dos docentes. Esse processo de aprendizagem de mão dupla baseia-se na construção social, política, filosófica e cultural de ambas as partes, se fazendo necessário debater criticamente os questionamentos das atividades e responsabilidades dos seres humanos no planeta. Com essa ação, pretende-se que os alunos

passem a pensar criticamente sobre assuntos de inquietude instigando a discussão, a reflexão e posicionamento como indivíduos e como sociedade, se colocando como protagonista.

A obra de Paulo Freire consiste na relação do ser humano com o meio ambiente. Sendo uma das contribuições de Freire o pertencimento do ser humano ao meio ambiente possibilitando uma educação voltada para a construção de um sentimento de pertencimento e o desenvolvimento de uma consciência ecológica, que não só identifica problemas, mas reflete sobre possíveis alternativas sustentáveis para o meio ambiente.

A partir desta contribuição, podemos estabelecer uma importante relação entre o educador e o tema de EAC, já que nesse sentido ocorre interação do ser humano com o meio ambiente.

A EAC é proposta como uma das estratégias para o enfrentamento dos problemas ambientais, e é um instrumento contribuinte na formação de cidadãos críticos em relação à sua realidade e conscientes de sua participação no ambiente (SORRENTINO et al., 2005).

Ao abordar temáticas de meio ambiente na EJA, o educador está contribuindo para um desenvolvimento pessoal crítico nos estudantes. Naná Mininni Medina faz considerações acerca da educação ambiental para os estudantes:

Processo que consiste em propiciar às pessoas uma compreensão crítica e global do ambiente, para elucidar valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição consciente e participativa a respeito das questões relacionadas com a conservação e a adequada utilização dos recursos naturais, para a melhoria da qualidade de vida e a eliminação da pobreza extrema e do consumismo desenfreado. (MEDINA, 2001, p. 17-18).

A discussão sob diferentes pontos de vista de questões socioambientais científicas atuais, articulada aos conteúdos químicos, propicia que os alunos compreendam o seu entorno e construam coletivamente respostas baseadas em valores mais justos, sustentáveis e éticos (BRASIL, 2006).

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, partindo de suas vivências, compreendem processos químicos relacionados ao tema, como, estudos de impactos no ambiente, alternativas sustentáveis e por ser um tema recorrente na grande mídia, ao mesmo tempo em que são levados a refletir sobre grandes questões temáticas vinculadas a contextos sociais, buscando a construção de uma sociedade mais justa e igualitária, por meio da discussão de atitudes e valores (ZANON; MALDANER, 2007, p. 78).

A agricultura sustentável, incluída nas discussões, têm desenvolvimento pautado no manejo adequado dos recursos naturais evitando a degradação ambiental como no controle biológico e no uso de biopesticidas.

A conscientização sobre questões ambientais, como a dos agrotóxicos, agrega na formação de cidadãos que irão tomar posicionamento e decisões futuras cada vez mais sustentáveis, que agridam menos o ambiente, a saúde humana, e gerem menos resíduos e desperdícios.

5 METODOLOGIA

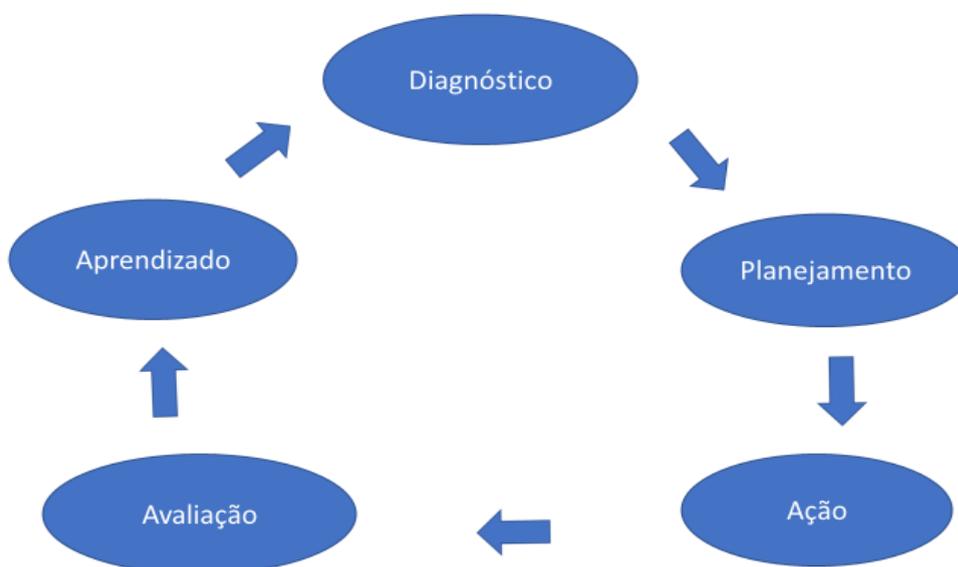
As atividades realizadas constam em relatos de experiência da referida autora, seguindo a metodologia da pesquisa-ação. Consideramos o conceito de pesquisa-ação com as seguintes palavras:

Pesquisa-ação é uma forma de investigação baseada em uma autorreflexão coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas e de situações onde essas práticas acontecem. A abordagem é de uma pesquisa-ação apenas quando ela é colaborativa... (KEMMIS; MC TAGGART, 1988, p. 202 apud ELIA; SAMPAIO, 2001, p. 248).

Que deve ser compreendida como uma prática reflexiva de ênfase social que se investiga e do processo de se investigar sobre ela.

A pesquisa-ação empregada foi realizada em cinco fases, a saber: diagnóstico, planejamento da ação, implementação da ação, avaliação e especificação do aprendizado (SUSMAN; EVERED, 1978), apresentada no Esquema 4.

Esquema 4 – Representação do processo da pesquisa-ação.



Fonte: Adaptado de Susman e Evered (1978).

O uso de material simples e de baixo custo evitou o emprego de aparelhos específicos de laboratórios químicos, pois nenhuma das escolas participantes do trabalho possui laboratório e conseqüentemente as atividades propostas foram feitas na própria sala de aula.

Os reagentes e os materiais mais específicos laboratoriais foram cedidos pelo Grupo de pesquisa Laboratório de Catálise e Química Ambiental (LACQUA) do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

O presente trabalho foi desenvolvido no espaço formal de escolas do município do Rio de Janeiro, em quatro âmbitos diferentes, a saber: Ensino Médio Regular (EMR), Ensino de Jovens e Adultos (EJA), Ensino Fundamental II e no curso de graduação em Licenciatura em Química, ocorridas no ano de 2018. As atividades foram divididas em dois Grupos Focais (GF), explicitados a seguir:

Grupo Focal 1: realizado no Colégio Agostiniano Armazém de Ideias e Ações Comunitárias (AIACOM), que oferece uma educação inteiramente gratuita à população localizada no bairro do Engenho Novo.

Público-alvo: turma de 35 alunos da EJA, terceiro ano do 2º semestre do ano de 2018, com idade entre 18 e 56 anos.

Atividades: documentário, roda de conversa, atividade lúdica de moléculas tridimensionais e divulgação científica (rótulos).

Grupo Focal 2: foi também realizado no Colégio Agostiniano AIACOM.

Público-alvo: turma de 27 alunos da EJA, terceiro ano do 1º semestre do ano de 2019, com idade entre 18 e 61 anos.

Atividades: alfabetização científica (jornal científico).

Grupo Focal 3: foi realizado no Colégio Nacional, unidade Jacarepaguá da rede privada do município do Rio de Janeiro.

Público-alvo: turma de 46 alunos do Ensino Médio Regular, terceiro ano do 3º bimestre do ano de 2019, com idade entre 15 e 18 anos.

Atividade: feira de Ciências.

Grupo Focal 4: foi uma oficina intitulada *EA versus* Sustentabilidade do solo, realizada no I Workshop Educação Ambiental e o Ensino de Química (WEAQ), na Universidade Federal do Rio de Janeiro, no dia 13 de junho de 2019, das 14h às 17h.

Público-alvo: 20 docentes de diferentes disciplinas da rede pública e privada do município do Rio de Janeiro, com idade entre 21 e 58 anos.

Atividade: oficina temática.

Grupo Focal 5: foi um projeto de Ciências desenvolvido no Colégio e Curso Expressão localizado no bairro Pavuna da rede privada do município do Rio de Janeiro.

Público-alvo: turma com 27 alunos com idade entre 14 e 16 anos do Ensino Fundamental II, 9º ano do 2º bimestre do ano de 2019, da disciplina Ciências.

Atividade: projeto de Ciências.

Grupo Focal 6: foi a aplicação de um questionário para avaliação da percepção do uso do solo nos segmentos da educação.

Público-alvo: turma de 30 alunos com idade entre 16 e 19 anos do ensino médio regular da 3ª série do Colégio Nacional localizado no bairro Quintino Bocaiuva do ano de 2018, 24 alunos com idade entre 18 e 56 anos da EJA da 3ª série do Colégio AIACOM localizado no bairro Engenho Novo do 2º semestre do ano de 2018 e 15 alunos com idade entre 18 e 30 anos do ensino superior do 1º período da Licenciatura em Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, na Ilha do Fundão.

Atividade: sondagem por questionários híbridos e explorações imagéticas.

Na sequência será descrito a sequência que foi desenvolvida para cada GF.

5.1 GRUPO FOCAL 1 - AGROTÓXICOS NA PERSPECTIVA DA SAÚDE HUMANA

O GF1 foi dividido em 4 momentos realizados em 2 tempos de 60 minutos cada.

O Momento 1 foi subdividido em 4 etapas:

Etapa 1: Problematização/sensibilização com a temática agrotóxicos no âmbito de Química Orgânica em uma abordagem sociopolítica;

Etapa 2: Exposição dialógica/aula introduzindo a Química Orgânica, utilizando *slides* com as fórmulas moleculares e estruturais dos agrotóxicos mais utilizados no Brasil;

Etapa 3: Contextualização da Química Orgânica com os agrotóxicos abordando a saúde do trabalhador rural e o consumidor;

Etapa 4: Conhecimento de cadeias (quanto ao fechamento da cadeia, disposição dos átomos, tipos de ligação e natureza dos átomos), classificação quanto ao número de carbonos (primário, secundário, terciário e quaternário), tipos de ligações químicas (simples, dupla, tripla, pi e sigma) usando as estruturas dos agrotóxicos (glifosato, DDT, 2,4 D, entre outros), nomenclatura dos compostos e identificação das funções orgânicas.

O Momento 2 foi subdividido em 2 fases:

Fase 1: Uma janela para o real: dinâmica do Documentário “O Veneno está na mesa II” – disponível no canal CALIBAN | cinema e conteúdo (TENDLER, 2014) – com duração de 1 hora e 10 minutos. Aborda as condições políticas e sociais durante o governo da Dilma Rousseff; o impacto da agricultura convencional na saúde dos brasileiros, tanto nos trabalhadores rurais quanto no consumidor; mostra alternativas dentro da agricultura familiar, agricultura orgânica e agroflorestal, a chegada da revolução verde e tecnologias.

Fase 2: Roda de Conversa mediada pela docente levantando os temas relacionados a: saúde, política, economia e social.

O Momento 3 foi realizado através da experiência-ação: dinâmica das moléculas – os alunos confeccionaram modelos tridimensionais das moléculas orgânicas do glifosato e do DDT com jujuba e palito de dente.

O Momento 4 foi subdividido em 3 passos:

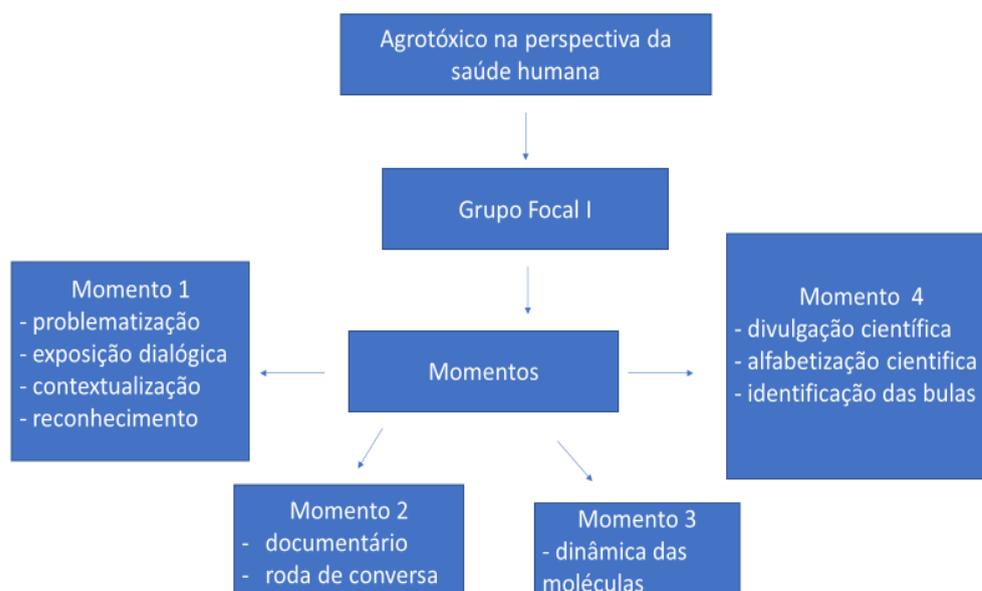
Passo 1: Alfabetização e divulgação científica, nesse momento os alunos trabalharam na análise do rótulo de agrotóxicos;

Passo 2: Distribuição de rótulos de agrotóxicos impressos, pesquisado previamente pela docente, a cada grupo de alunos (assim não houve nenhum risco de contato dos discentes com a embalagem do produto);

Passo 3: Identificação das bulas solicitada aos alunos, em função de:

- a) Sua classificação em:
 - Inseticidas: controlam insetos;
 - Fungicidas: destroem ou inibem fungos;
 - Herbicidas: combatem plantas invasoras;
 - Desfolhantes: eliminam folhas indesejadas;
 - Fumigantes: combatem bactérias do solo;
 - Raticidas: combatem ratos e outros roedores;
 - Moluscicidas: combatem moluscos;
 - Nematicidas: combatem nematoides;
 - Acaricidas: utilizados no combate à ácaros.
- b) Grau de toxicidade, periculosidade ambiental, descarte, dosagem, forma de aplicação, data de validade, fórmula molecular, fórmula estrutural, funções orgânicas.
- c) Tipos de EPI's necessários para suas aplicações.
- d) Análise da porcentagem de agrotóxicos nos alimentos e as causas dos carcinogênicos, mutagênicos e teratogênicos.

Os quatro momentos desenvolvidos no GF 1 de acordo com o Esquema 5.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

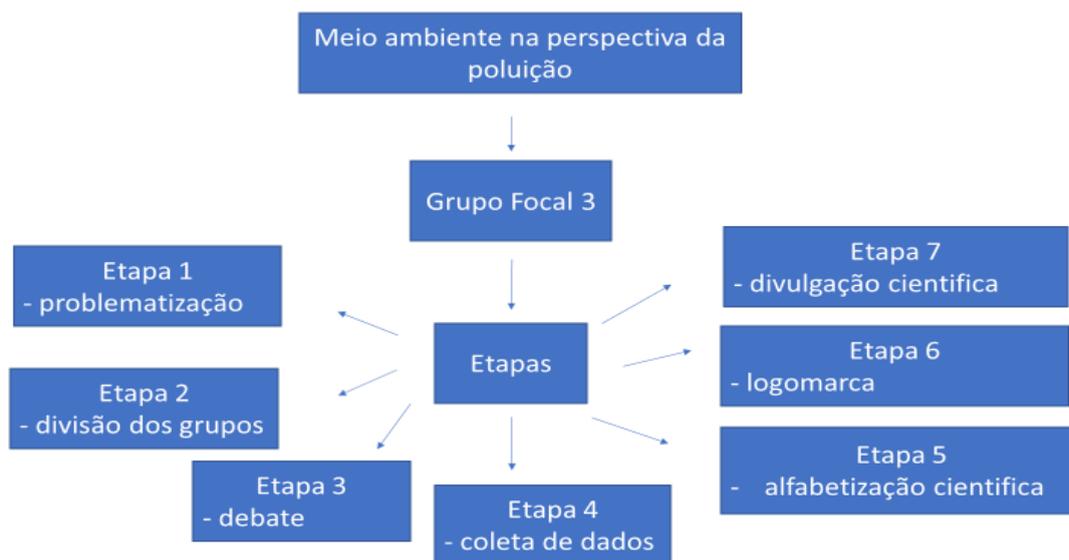
5.2 GRUPO FOCAL 2 - MEIO AMBIENTE NA PERSPECTIVA DA POLUIÇÃO

O GF 2 foi subdividido em 7 etapas realizadas em 4 tempos de 60 minutos cada. As etapas foram:

- Etapa 1: Problematização/sensibilização com a temática poluição no âmbito de Química Orgânica, em uma abordagem sócio política ambiental;
- Etapa 2: Divisão da turma em 3 grupos de 5 e 2 grupos com 6;
- Etapa 3: Apresentação do trabalho feita através do debate de alguns temas como: água potável, saneamento básico, dengue, vazamento de esgoto, poluição, agrotóxico, aquecimento global, antropoceno e outros;
- Etapa 4: Coleta de dados realizada pelos alunos para a produção do jornal através da análise de documentos oficiais, leituras de artigos, leituras de jornais como por exemplo, Folha de São Paulo, O Globo, sites do G1 e outros. As revistas utilizadas foram Exame, Veja, Superinteressante e outras;
- Etapa 5: Divulgação e alfabetização científica: cada grupo construiu seu texto, fazendo o levantamento de figuras e gráficos em temáticas relacionadas ao meio ambiente construída com base em algum acontecimento local, regional ou mundial com implicações socioambientais, buscando levantar os fatos daquele mês por meio de entrevistas e reportagens realizadas no jornal, sites, da TV e revistas;
- Etapa 6: Escolha compartilhada da logomarca do jornal, realizada através de uma rotação;

- g) Etapa 7: Elaboração do jornal que foi impresso colorido pela própria escola e apresentado pelos alunos para as outras turmas nas respectivas salas de aula;
As etapas desenvolvidas pelo GF 2 no Esquema 6.

Esquema 6 – Apresentação das etapas desenvolvidas no GF 2.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.3 GRUPO FOCAL 3 - FEIRA DE CIÊNCIAS: AGROTÓXICOS NA PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE DO SOLO

O GF 3 foi subdividido em 2 momentos realizados em 2 meses (agosto/setembro) com 2 tempos por semana de 50 minutos cada.

- a) Momento 1: Problematização/Sensibilização com a temática da sustentabilidade do solo no âmbito interdisciplinar, em uma abordagem socioambiental.
- b) Momento 2: A turma foi dividida em sete Grupos Temáticos (GT), sendo 2 grupos de 8 alunos e 5 grupos de 6 alunos, conforme apresentamos a seguir:
 - GT 1. Espectrofotômetro;
 - GT 2. Lixiviação;
 - GT 3. Experimentação: Teor de Ferro na água lixiviada;
 - GT 4. Experimentação: pH da água lixiviada e do solo;
 - GT 5. Agrotóxico: Confeção de Moléculas em jujuba e palito de dente dos compostos presentes nos agrotóxicos;
 - GT 6. Desastres Ambientais: Mariana e Brumadinho;
 - GT 7. Sustentabilidade do Solo;

As etapas desenvolvidas por cada grupo foram:

5.3.1 Grupo de Trabalho 1 - Espectrofotômetro

Com o auxílio do professor de física, o grupo foi designado a pesquisar e construir um protótipo de espectrofotômetro, assim como compreender sua funcionalidade (OLIVEIRA; LEITE, 2015).

Material utilizado:

Gerador – bateria de 9 Volts, 2 resistores de 50 Ohms cada, fio, led emissor, led detector, cubeta translúcida, multímetro e amostra do solo, no nosso caso foi detectar a presença de ferro no solo.

Método utilizado:

- Uma amostra de solo é posta dentro do espectrofotômetro;
- Uma fonte de luz é emitida e perpassa por um monocromador;
- Uma fenda ajustável permite que apenas um comprimento de onda chegue à amostra;
- O comprimento de onda atinge a amostra de solo e é lida pelo detector, o qual envia a informação em forma de impulsos elétricos ao multímetro – equipamento destinado justamente a medir e avaliar grandezas elétricas.

5.3.2 Grupo de Trabalho 2 - Protótipo do processo de Lixiviação

Foi desenvolvido pelo grupo em 2 etapas:

Etapa 1 - Sistemas

Foram construídos 4 sistemas com garrafas pets.

- Sistema 1 - controle - solo e água.
- Sistema 2 - solo, água e plástico, copos descartáveis e papel picado.
- Sistema 3 - solo, água, copos descartáveis, plásticos, papel picado e plantas.
- Sistema 4 - solo, água e planta.

Foi utilizada terra adubada com biofertilizante (compostagem + minhoca) – húmus.

Para regar, os sistemas foram utilizados com água destilada para a lavagem.

As plantas utilizadas foram: salsa, cebolinha e hortelã.

Etapa – 2 Lixiviação

- Lavagem – 1 vez ao dia com 100 mL de água destilada em cada sistema;
- Coleta da água da lavagem que permeou o solo.

5.3.3 Grupo de Trabalho 3 - Experimento: teor de ferro na água lixiviada

“Laboratório Aberto” (adaptado de GEPEQ/IQ/USP, 1998). Análise de ferro na água lixiviada.

Material utilizado:

- 1 béquer de 100 mL;
- 1 *Erlenmeyer* de 50 mL;
- 4 tubos de ensaio;
- 1 funil com suporte;
- Solução de ácido clorídrico (HCl) 3 mol/L – 22 mL, Solução de tiocianato de potássio (KSCN) 0,02 mol/L – 22 mL (pode ser usado aspirina).
- 1 proveta de 25 mL;
- papel filtro;
- 4 pipetas;
- 1 bastão de vidro;

Procedimento:

Coloque no béquer 20 mL da água lixiviada, adicione cerca de 20 mL da solução de ácido clorídrico e agite com o bastão de vidro por alguns minutos. Coloque o papel-filtro no funil e monte um sistema para filtração. Filtre a mistura, recolhendo o filtrado no *Erlenmeyer*. Adicione o filtrado a um dos tubos de ensaio até cerca de 2 cm de altura (mais ou menos 2 mL) e acrescente 5 gotas da solução de tiocianato de potássio. Agite e observe. No outro tubo de ensaio, coloque a mesma quantidade de ácido clorídrico, adicione 5 gotas da solução de tiocianato, agite e observe. Na interação entre íons $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$ e íons $\text{SCN}^{-}(\text{aq})$ ocorre a formação do complexo tiocianoferrato, $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}(\text{aq})$, que apresenta uma cor vermelha intensa, podendo-se assim detectar facilmente a presença dos íons Fe^{3+} .

5.3.4 Grupo de Trabalho 4 - Experimento: pH da água lixiviada e do solo

“Laboratório Aberto” (adaptado de GEPEQ/IQ/USP, 1998). Análise do pH do solo e da água lixiviada.

Material utilizado:

- Amostra de solo e da água lixiviada;
- Indicador universal - papel de tornassol ou fita de pH;
- Água destilada;
- 2 béqueres de 50mL;
- 4 tubos de ensaio;
- 2 conta-gotas;
- 2 colheres (de chá) de plástico.

Procedimento:

Coloque um pouco de água lixiviada em um béquer, no outro béquer uma colher da amostra de solo, adicione água destilada até a altura de 2 cm e agite bem. Espere sedimentar, retire com o conta-gotas o líquido sobrenadante, passando-o para outro tubo, e adicione algumas gotas do indicador ou coloque uma tira do papel indicador universal, ou um pedaço de papel tornassol. No caso de ter usado o papel de tornassol, espere alguns minutos para observar se ocorreu mudança de cor. Se o solo e a água lixiviada for ácido, o papel de tornassol azul ficará rosa; se for alcalino, o papel de tornassol vermelho ficará levemente azulado.

5.3.5 Grupo de Trabalho 5 - Agrotóxico: confecção de moléculas orgânicas tridimensionais

- Foi realizado com os alunos a confecção de moléculas tridimensionais com jujuba e palito de dente dos agrotóxicos Glifosato e do DDT para auxiliar no conteúdo de Química Orgânica, onde seria enfatizado fórmula estrutural, molecular, classificação da cadeia carbônica e função orgânica
- Trabalhar com temas que estejam de acordo com a realidade dos alunos, desperta o interesse para as aulas, contribuindo assim, não só com a aprendizagem do conhecimento científico, mas também, para a aprendizagem de cidadania, sociedade, cultura e tecnologia. A utilização de materiais alternativos, de simples construção e facilmente encontrados no cotidiano, mesmo de lugares mais distantes dos perímetros urbanos se mostra então um excelente recurso. A estratégia didática propôs a construção de modelos tridimensionais das moléculas a partir apenas de jujuba e palito de dente com quatro cores diferentes (roxa, laranja, verde e vermelho) e palitos de dente. Essa atividade foi realizada após o conteúdo teórico de orgânica ter sido abordado na aula (CRESTANI; KLEIN; LOCATELLI, 2016).

5.3.6 Grupo de Trabalho 6 - Desastres ambientais: Mariana e Brumadinho

- O grupo apresentou questões sobre os acidentes de Mariana e Brumadinho: os impactos ambientais nas bacias hidrográficas (contaminação dos afluentes e assoreamento), nos processos geomorfológicos (solo infértil e pH) e ecológicos (ciclos biogeoquímicos, cadeia alimentar e perda da biodiversidade).
- Montaram uma maquete de uma barragem normal e outra barragem rompida.

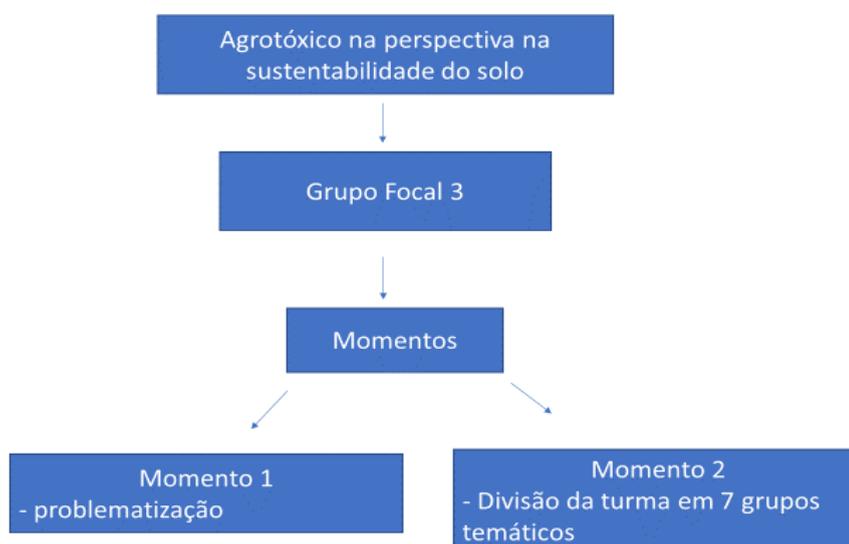
4.3.7 Grupo de Trabalho 7 - Sustentabilidade do Solo

Foi trabalhado neste grupo:

- Tecnologia e práticas do manejo do solo
- Agricultura Familiar
- Desmatamento
- Queimadas
- Reciclagem de lixo
- Áreas degradada

O GF 3 foi dividido em 2 momentos conforme o Esquema 7.

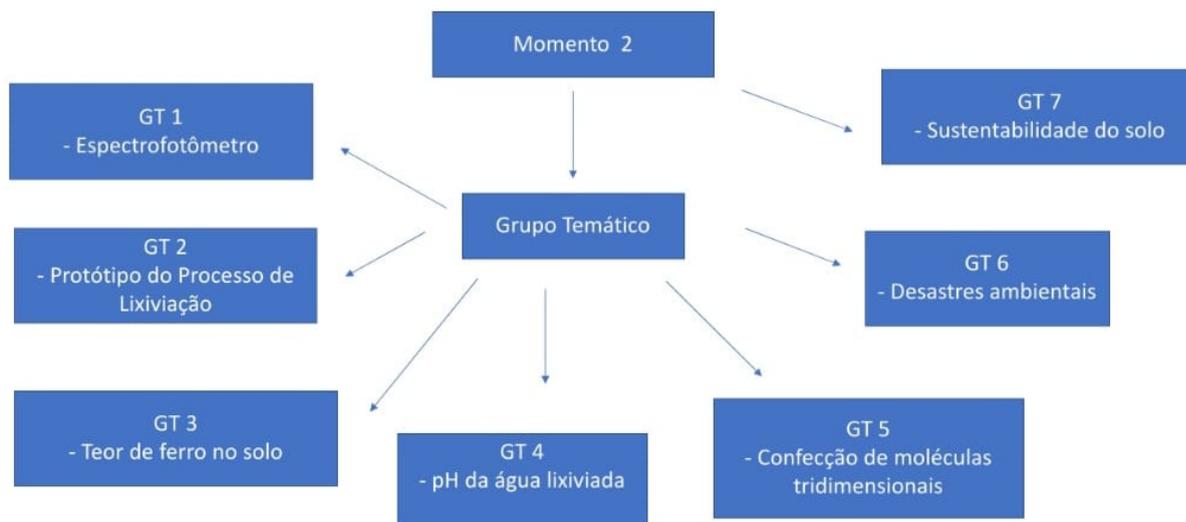
Esquema 7 – Representação das etapas desenvolvidas no GF 3.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O Momento 2 foi subdividido em 7 Grupos Temáticos conforme o Esquema 8.

Esquema 8 – Representação das subdivisões dos GT.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.4 GRUPO FOCAL 4 - A OFICINA EDUCAÇÃO AMBIENTAL *versus* SUSTENTABILIDADE DO SOLO

O GF 4 foi subdividido em 6 momentos realizados em 3 horas.

O momento 1: Sensibilização/Problematização: O solo tem grande importância na vida de todos os seres vivos do planeta Terra, assim como o ar, a água, o fogo e o vento. É do solo que vem grande parte dos alimentos. Foi mostrada uma foto para indicar a diferença entre um solo cultivado organicamente e outro que recebeu a adição de adubos químicos ou agrotóxicos.

O momento 2: O Brasil é o campeão mundial em índice de consumo de fertilizantes químicos e agrotóxicos: Dinâmica do Documentário “Nuvens de Veneno” – disponível no canal Videosaúde Distribuidora Da Fiocruz, no Youtube (NOVAES, 2013) – com duração de 23 minutos. Aborda o uso dos agrotóxicos no Brasil e a preocupação com as consequências desse uso no ambiente e na saúde do trabalhador.

O momento 3: Roda de Conversa - Abordamos assuntos como: toxicidade dos produtos utilizados na lavoura; o uso dos agrotóxicos no meio ambiente e na saúde humana; EPIs; concentração de alimentos contaminados com agrotóxicos; agrotóxicos *versus* abelhas; PL do veneno e *Fake News*.

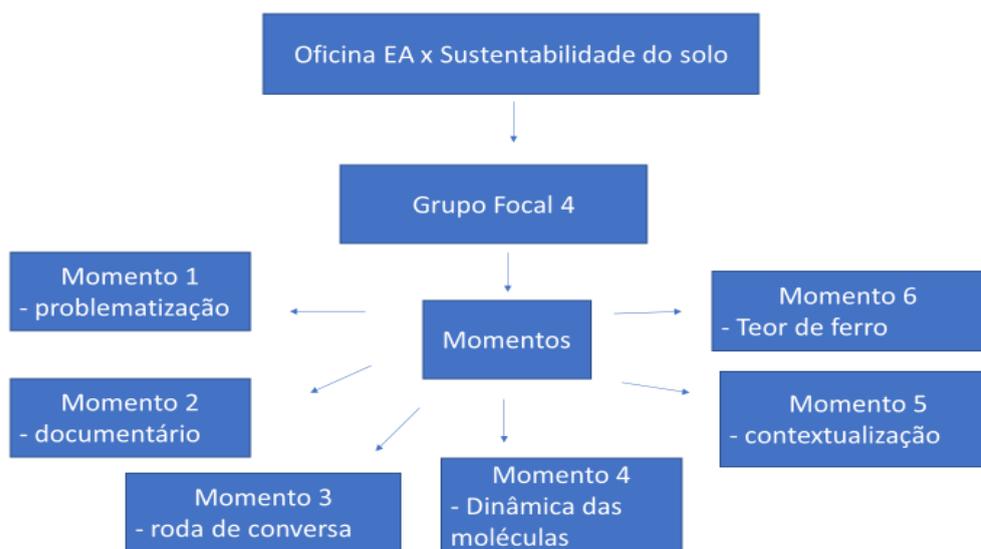
O momento 4: Dinâmica das moléculas - para auxiliar o docente na sala de aula utilizamos a experimentação utilizando jujuba e palito de dente para confecção da molécula tridimensional do glifosato.

O momento 5: Contextualizamos o tema agrotóxico utilizando charges, a reportagem *O país do agrotóxico* publicada pela revista Superinteressante de agosto de 2018 e disponível no site do G1 (GONZALES, 2018).

O momento 6: Experimento - teor de ferro no solo do a presença dos íons Fe^{3+} , como feito anteriormente no GF - 3 no GT – 3.

O GF 4 foi dividido em 6 momentos conforme o Esquema 9.

Esquema 9 – Representação dos momentos desenvolvidos no GF 4.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.5 GRUPO FOCAL 5 - PROJETO DE CIÊNCIAS: APRENDENDO SOBRE O SOLO

O GF 5 foi subdividido em 3 momentos realizados por 3 meses (abril a julho) com 1 tempo de aula por semana e duração de 50 minutos cada.

O momento 1: O projeto foi apresentado para os estudantes por meio de questionamentos do tipo: Quais são as partes do solo? O que é agrotóxico? O que é fertilizante? Qual a diferença entre agrotóxico e fertilizante? Quais os elementos químicos essenciais à vida dos vegetais? Qual o papel do solo na nossa alimentação? Quais elementos químicos estão presentes no nosso organismo? De onde vem os metais, principalmente os tóxicos? O que são rejeitos?

O momento 2: Os alunos se dividiram em grupos e cada grupo ficou responsável por um tema. Eles tinham que pesquisar e apresentar aos demais colegas os temas em uma roda de conversa. Os alunos foram divididos em 5 grupos sendo 1 grupo com 6 alunos e 5 grupos de 5 alunos. Os temas foram:

- Grupo 1- Lixiviação

- Grupo 2 – Agrotóxicos e Fertilizantes
- Grupo 3 - Sustentabilidade do Solo
- Grupo 4 - Toxicologia dos Metais
- Grupo 5 - Extração de minério no Brasil e Rejeitos.

O momento 3: Desenvolvimento das atividades experimentais: Neste momento, foram propostas algumas atividades experimentais seguindo o Plano de Trabalho Docente sobre o conteúdo estruturante “Matéria e suas transformações”, “Tabela Periódica” e como conteúdos básicos “Matéria e Energia”, “Propriedades dos Materiais”, “transformações da Matéria” e os “Elementos químicos”, principalmente Ferro. As atividades desenvolvidas foram realizadas em 3 etapas na sala de aula. Etapa 1: Sensibilização - aula sobre o solo: sua importância, formação do solo, tipos de solos,

Etapa 2: Os experimentos foram divididos em 3 partes:

“Laboratório Aberto” (adaptado de GEPEQ/IQ/USP, 1998).

Parte 1: Principais partes que compõem o solo:

Aproximar os alunos do compartimento ambiental Solo. O solo apresenta poros que quando não estão economizando água, são cheios com ar. São desses poros que sai o suprimento das necessidades de raízes. Como o solo é um material poroso, apresenta as fases sólida, líquida e gasosa.

Material:

- Recipiente de vidro (copo de béquer ou copo comum de 200 mL);
- Amostra de solo (previamente coletada pelos alunos);
- Colher de sopa;
- Lanterna pequena, pode usar a lanterna do celular.

Procedimento:

Colocar 100 mL de água no copo de vidro e adicionar 1 ou 2 colheres de amostra de solo e mexer vigorosamente; expor essa mistura ao feixe de luz de uma lanterna; repetir o experimento, agora incidindo o feixe de luz sobre um copo com água limpa; comparar e comentar as diferentes situações.

Parte 2: O papel do solo na alimentação

A maioria dos vegetais se adaptam melhor em solos ácidos, com pH entre 5,5 e 6,5. Os solos básicos podem ser prejudiciais ao crescimento das plantas. Assim sendo, para termos um solo adequado para determinada cultura, podemos determinar o pH do solo para que possa ser corrigido. Como feito anteriormente no GF - 3 no GT – 4.

Parte 3: Macronutrientes e Micronutrientes

Os elementos químicos essenciais para a vida dos vegetais.

Apresentamos aos alunos os elementos da tabela periódica e dividimos em macronutrientes, que são absorvidos em grande quantidade pelas plantas: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio, (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S) e micronutrientes que são absorvidos em menores quantidades: ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e molibdênio (Mo). Abordamos a presença de cargas elétricas envolvidas nos micronutrientes no solo que constituem em um fator importante de retenção dos nutrientes por diminuírem a perda de cátions e ânions para o lençol freático. Utilizamos o Ferro (Fe), porque ele apresenta compostos solúveis no solo e está presente na formação da clorofila.

Experimento realizado anteriormente no GF 3 no GT 3.

O GF 5 foi dividido em 3 momentos conforme o Esquema 10.

Esquema 10 – Representação das etapas desenvolvidas no GF 5.



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

5.6 GRUPO FOCAL 6 - APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

O Grupo Focal 6 foi realizado através da sondagem sobre a percepção do uso do solo através de questionários híbridos e experiência-ações imagéticas desenvolvidas com três grupos de alunos: uma turma de 30 alunos com idade entre 16 e 19 anos do ensino médio regular da 3ª série (ano de 2018); outra turma de 24 alunos com idade entre 18 e 56 anos da EJA da 3ª série; e a terceira turma de 15 alunos com idade entre 18 e 30 anos do ensino superior do 1º período da Licenciatura em Química (LQ).

Os alunos foram convidados a responder um questionário sobre a avaliação da percepção do uso sustentável do solo. O questionário foi predominantemente qualitativo (BOGDAN; BIKLEN, 1994), semiestruturado com questões fechadas, assim como questões abertas e desenhos.

Questionário para avaliar a percepção do uso sustentável do solo:

- 1) Qual a sua idade?
- 2) Qual o seu segmento?
 EMR EM EJA Ensino Superior
- 3) O tema “solo” está relacionado à qual (is) disciplinas?
 Sociologia Matemática Biologia Física Química
 História Geografia Ed. Física Literatura
 Filosofia Inglês Língua Portuguesa
- 4) Você acha que come agrotóxico no Brasil?
 Sim Não
- 5) Você cultiva algo em sua casa?
 Sim Não
- 6) Você acha que tem bastante terra cultivável no Brasil?
 Muito Pouco Nenhuma Não tenho certeza
- 7) Sobre agrotóxico, você é? Justifique.
 Contra Favor
- 8) Existe relação entre as aulas de Química, Biologia e agrotóxicos?
 Muito Pouca Não tenho certeza
- 9) De acordo com seus conhecimentos, os agrotóxicos podem causar algum efeito ao organismo humano? Justifique.
 Sim Não
- 10) Como você expressaria o uso do agrotóxico no solo. Desenhe.

A análise dos desenhos acontece através da diferenciação dos aspectos genéricos e específicos do conteúdo informacional.

Os parâmetros selecionados para a análise preliminar dos desenhos são apresentados abaixo, no Quadro 5, e pretenderam sinalizar a formação conceitual de agrotóxicos, assim como, os “caminhos sociais” e a dimensão temporal.

Quadro 5 – Parâmetros selecionados para a análise preliminar dos desenhos.	
O quê?	Associação com significado: veneno <i>versus</i> fertilizante
Onde?	Plantio – campo, alimento consumido, rio, solo
Quando?	Dimensão temporal
Como?	O agrotóxico chega até nós

Fonte: Gerpe; Tamiasso-Martinhon; Miranda (2021).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tópicos a seguir apresentaremos os principais aspectos observados nos momentos distintos, obtidos pelos 6 grupos focais na elaboração e as reflexões acerca das contribuições para os discentes da educação básica, discentes da graduação e formação dos professores.

6.1 REFLEXÕES E CONTRIBUIÇÕES DOS GRUPOS FOCALIS

6.1.1 Grupo Focal 1: Agrotóxico na perspectiva da saúde humana

O GF foi dividido em 4 momentos.

- a) Momento 1: Contextualização e a Interdisciplinaridade nas aulas de Química na temática agrotóxico

As atividades foram abordadas de modo interdisciplinar, trilhando entre a Biologia, a Química, a Geografia, a História, iniciando os debates e discussões pelo contexto socioambiental. Utilizamos como referencial o excelente trabalho realizado na Escola Estadual Luís Vaz de Camões, uma escola rural localizada em Ipezal/MS, feito com alunos do ensino médio regular (SOARES; VINHOLI JÚNIOR, 2018).

Notamos a participação e o interesse dos alunos, observamos que a aula foi motivadora e despertou a atenção gerando discussão sobre a temática agrotóxico no âmbito socioambiental. No decorrer das aulas foi notável, através do questionamento e envolvimento

dos alunos, que a estratégia aguçou a curiosidade, desenvolvendo a capacidade de observação e registro de informações.

Os alunos compreenderam a interação dos agrotóxicos na Química Orgânica e na absorção pelas plantas, envolvidos na ação dos compostos químicos nas plantas.

Outra observação relacionada aos impactos no meio ambiente e a ação dos agrotóxicos foram relatados pelos alunos, como por exemplo, a contaminação dos rios e do solo, foram os mais mencionados pelos alunos.

Em relação a Química e a contextualização, devemos ter um cuidado com a maneira como inserimos o cotidiano no conteúdo, podemos envolver uma parte dos alunos consideravelmente e outra parte não tanto, fazendo com que sejam atingidos diferentes níveis de significância entre eles, isso se dá no decorrer da forma como é tratada tal relação no contexto da sala de aula.

Notamos que ainda existem dificuldades dos alunos em relacionar a Química como uma ciência inserida no dia a dia de cada um deles, principalmente na associação dos conceitos.

Não podemos deixar de frisar que muitos professores inserem as situações do dia a dia como forma de exemplo do conteúdo, atuando como mera ilustração, fugindo do propósito da contextualização.

Neste viés, a contextualização é fundamental para motivar e aguçar a curiosidade dos alunos, dando significado ao que se pretende ensinar, amparando na problematização, fazendo com que o aluno sinta o anseio de adquirir o conhecimento que o próprio não adquiriu.

Segundo Freire (1981) ensinar é uma prática social, uma ação cultural, pois se concretiza na interação entre professores e alunos, refletindo a cultura e os contextos sociais a que pertence. Sendo assim toda ação educativa deve ser planejada no sentido de fazer o aluno refletir sobre seu papel no mundo e assim, ser capaz de mudar este mundo e a si próprio.

A partir da roda de conversa pôde-se observar nas diferentes percepções das falas dos alunos participantes sobre o tema gerador agrotóxicos ao serem sensibilizados após o documentário “O Veneno está na mesa II”, uma abordagem socioambiental, política e saúde dos trabalhadores rurais.

Houve também a conexão com as informações da mídia sobre o assunto que buscam formar a opinião e análise dos agrotóxicos como sendo necessários para a economia, sem considerar o manejo integrado de pragas (WAQUIL, 2002) e agricultura orgânica (LOPES, 2017), o que é uma mostra bem nítida do Capitaloceno.

Assim sendo, cabe aos professores o desafio de cultivar uma postura dialógica e crítica diante do mundo, que os faça ter compromisso em assumir-se enquanto seres epistemologicamente curiosos diante dos fatos, realidades e fenômenos que constituem seu próprio mundo (FREIRE, 1981).

Uma aluna da EJA do Colégio Aiacom no Rio de Janeiro compartilhou sua experiência sobre as recomendações dos fabricantes de agrotóxicos para o descarte adequado das embalagens destacando a importância desta prática para o meio ambiente e a mesma relatou que a família reutilizava os frascos, neste sentido, o conteúdo passou a ter significado, uma vez que os agrotóxicos são amplamente empregados na agricultura local.

Indagados sobre agrotóxicos, notamos uma definição limitada, dado como sendo “substâncias usadas na destruição de pragas e doenças das plantas”. Outras definições foram relatadas como “são produtos químicos”, alguns citaram que o “vegetal tem um aumento no tamanho original”, além de abordarem as causas do uso indiscriminado dos agrotóxicos “são cancerígenos”, “causam doenças”, “são tóxicos” e que “são utilizados na agricultura”. Notamos que há algum certo conhecimento sobre os perigos dos agrotóxicos, no entanto um conhecimento generalizado, pois alguns denominaram essas substâncias de “veneno”, “substâncias que prejudicam à saúde” e “substância que polui o meio ambiente”.

Em consideração a abordagem da temática, a contextualização para abordar a problematização no ensino na EA é uma ferramenta que tem grande importância, como ressalta Moraes e Galiazzi (2011), sendo um aspecto contemporâneo nas pesquisas educacionais, destacando a importância da utilização de exemplos do cotidiano dos estudantes e a interdisciplinaridade.

No Quadro 4, reunimos alguns comentários dos alunos sobre os agrotóxicos na roda de conversa e uma análise contextual preliminar.

Quadro 4 – Resultados da Rosa de Conversa sobre os agrotóxicos.

Comentários dos participantes da roda de conversa sobre agrotóxicos	Análise contextual preliminar
“Pensei que podia lavar as vasilhas e utilizar de novo.” Sic	Percepção ambiental – Reutilização inadequada das embalagens de agrotóxicos.
“Nossa, na minha terra, na roça, meus pais e irmão não usava nada de luva, roupa própria e nem óculos, era a roupa comum e quando o cheiro estava forte, lembro de amarrarem um pano velho no rosto.” Sic	Percepção socioambiental – Falta de uso de EPI pelos trabalhadores rurais.
“Minha mãe e meu pai morreram de câncer.” Sic	Percepção ambiental toxicológica – Consequências da intoxicação crônica dos agrotóxicos para a saúde

	humana.
“Nossa professora a gente come tudo com agrotóxico e ainda tem a água com agrotóxico.” Sic	Percepção ambiental toxicológica – Contaminação dos agrotóxicos no ecossistema.
“Como fiscalizar algo que o governo libera? Não entendo, os trabalhadores rurais não tem nem direito à saúde.” Sic Relato parte do filme em que os documentos/anamnese dos trabalhadores são retirados do Posto de Saúde.	Percepção ambiental jurídica – Direito à saúde dos trabalhadores rurais.
“A pulverização por “aviões” vai jogando agrotóxico para todo lado, é muito triste as pessoas sobreviverem em um local assim, por isso que tem muita doença nas crianças.” Sic	Percepção socioambiental – Métodos de pulverização inadequados e excessivos
“Esses dias eu vi na televisão que para a economia do Brasil girar se faz necessário o uso de agrotóxico e também para o povo não morrer de fome, pois os bichos comem toda a lavoura.” Sic	Percepção conceitual distorcida divulgada pela mídia

Fonte: Gerpe; Tamiasso-Martinhon; Miranda (2019a).

b) Momento 2: Dinâmica das moléculas: Modelos Didáticos Tridimensionais

Os alunos mediados pela docente pesquisadora elaboraram as estruturas tridimensionais de diferentes princípios ativos dos agrotóxicos.

A construção das moléculas é de fácil execução e demanda pouco tempo, o que facilita seu uso na própria sala durante as aulas. Além disso, o material é de baixo custo, fácil acesso, e possibilita que a estrutura fique estável, o que geralmente representa um problema em outras técnicas.

Ao longo do trabalho, observamos a importância do uso de materiais concretos nas aulas de Química Orgânica, a técnica se mostrou aplicável, eficaz e divertida, pois motivou os alunos.

A ferramenta utilizada pelos alunos fez com que eles tivessem um papel ativo na construção de seu conhecimento. O professor atuou como mediador, auxiliando os alunos por meio de questionamentos, de maneira a conduzi-los à aprendizagem do conteúdo de forma significativa, o que deve ser permitido pelo material construído para despertar a curiosidade e a investigação sobre o assunto.

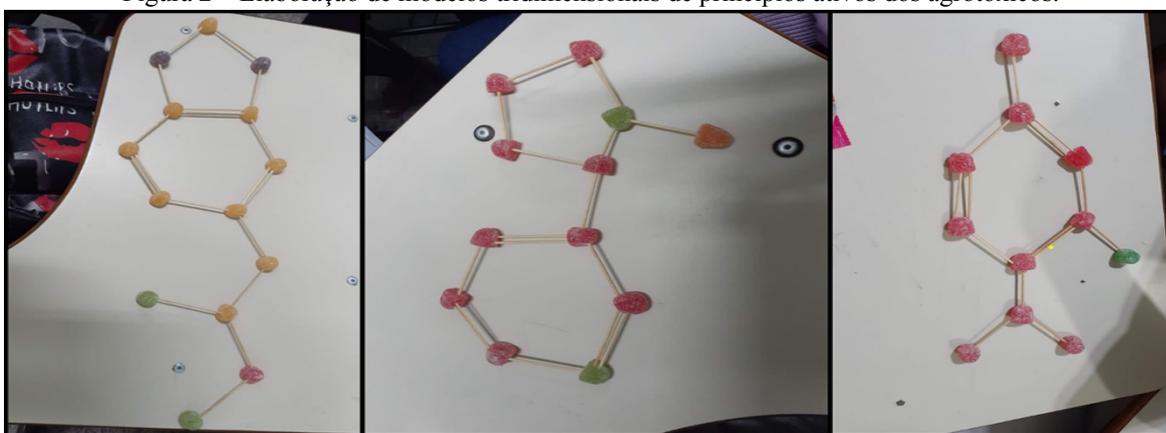
A necessidade de abstração associada a outras dificuldades inerentes ao ensino de tópicos como Química Orgânica tem ocasionado diversas discussões e propostas que buscam minimizar a complexidade do ensino dos conceitos envolvidos. Nessa perspectiva, diversas estratégias de ensino acessíveis ao professor e, em muitos casos, possíveis de serem aplicadas

na sala de aula, têm sido recomendadas com o propósito de favorecer a compreensão mais adequada do assunto, uma dessas propostas são os modelos tridimensionais das moléculas.

Em se tratando da Química Orgânica com EAC, os alunos passaram a refletir e compreender como agem as interações entre os elementos químicos, como seus simples atos do cotidiano afetam o meio ambiente. Ressaltaram como é importante que cada um faça sua parte, para que o individual se modifique no coletivo, e assim pequenas atitudes tomem grandes magnitudes.

Os modelos 3D, das moléculas confeccionadas pelos alunos da EJA com material de baixo custo, podem ser visualizados na Figura 2.

Figura 2 – Elaboração de modelos tridimensionais de princípios ativos dos agrotóxicos.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

A estratégia didática utilizada exigiu uma participação ativa dos estudantes nos seus processos de aprendizagem, pois a professora motivou-os a socializarem suas ideias e valorizou suas participações. Os estudantes compartilharam informações com os colegas e construíram conceitos colaborativamente. A avaliação das atividades desenvolvidas mostrou que a temática “agrotóxicos” contribuiu para a associação entre os conceitos científicos e o cotidiano discente, que foi enriquecida pela problematização de como os agrotóxicos podem chegar na mesa dos brasileiros e extrapolada nas discussões realizadas em sala de aula conforme a Figura 2.

c) Momento 3: Divulgação científica: aprendendo a ler rótulo

Para Chassot (1993), a Química que se ensina deve ser ligada à realidade, entretanto, muitas vezes, os exemplos que são apresentados aos estudantes desvinculam-se do cotidiano. Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2003) constataram a importância dos temas químicos

sociais, que visam efetivar a contextualização dos conteúdos programáticos. Ao mesmo tempo, que o aluno entra em contato com o seu cotidiano pode perceber como tudo está conectado com a sua vida, sua saúde, com o bem-estar dos outros e com a conservação do ambiente.

Desta maneira, o aluno é levado à reflexão sobre a responsabilidade que todos nós temos na conservação e preservação do Meio Ambiente, tornando a aprendizagem mais significativa.

Os estudantes compartilharam essas informações com os colegas e construíram conceitos. As estratégias didáticas utilizadas (experimentação, leitura e interpretação de rótulos e a discussão em grupos) exigiram uma participação ativa dos estudantes nos seus processos de aprendizagem, pois a professora motivou-os a socializarem suas ideias e valorizou suas participações. A avaliação das atividades desenvolvidas permite-nos apontar que a temática escolhida, “agrotóxicos” contribuiu para a associação dos conceitos científicos com os do cotidiano dos estudantes que passaram a ser enriquecidos, ou seja, entre o debate sobre agrotóxicos na mesa dos brasileiros e na sala de aula.

Alguns discursos dos alunos demonstram que através da leitura e interpretação da bula pode influenciar no reconhecimento de significados científicos básicos e reconhecimentos destes aspectos no cotidiano, como por exemplo o uso de EPI, a classificação do uso do agrotóxico, data de validade e o descarte.

Os relatos demonstram as relações realizadas pelos alunos entre os conceitos de toxicologia e os elementos da tabela periódica, com a temática poluição quando e o acúmulo ao longo da teia alimentar em seus discursos.

É nesse sentido que o uso de TDC pode colaborar positivamente nos processos de atribuição de significados entre os fenômenos do cotidiano e com os conhecimentos que os alunos já possuem, com o intuito de favorecer a compreensão sobre o assunto e atribuição de significados adequados às informações (TERRAZZAN; GABANA, 2003).

A bula que os alunos utilizaram para responder ao roteiro de análise encontra-se no site da Adapar (BRASIL, s. d.). Foi utilizado a Bula do glifosato por ser o agrotóxico que confeccionaram tridimensional com a jujuba e palito de dente.

Figura 3 – Roteiro de análise da Bula.


COLÉGIO ALADOM
Agustiniana
CURSO: EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS – ENSINO FUNDAMENTAL – ENSINO MÉDIO

NOME:	TURMA: 3ª Série do Ensino Médio
PROFESSOR (A): Rosana Gerpe	DATA:

Analisando o rótulo de agrotóxicos

Qual o agrotóxico você está analisando?

DADOS RELATIVOS À PROTEÇÃO DO HUMANO:

- a) Composição Química
 - I) Fórmula Molecular
 - II) Fórmula Estrutural
 - III) Função Orgânica
 - IV) Classificação da Cadeia Carbônica
 - V) Análise da porcentagem de agrotóxicos nos alimentos
- b) Modo de Usar
 - I) Instrução de uso.
 - II) Ação do produto.
 - III) Qual a limitação do uso.
 - IV) Intervalo de segurança.
 - V) Culturas
- c) Cuidados de Conservação
 - I) Data de validade
 - II) Precaução
 - III) Primeiros socorros
 - IV) Contraindicação
 - V) EPIs

DADOS RELATIVOS À PROTEÇÃO DO MEIO AMBIENTE:

- a) Classe do Produto
- b) Armazenamento
- c) Transporte
- d) Destinação das embalagens vazias
- e) Apresenta alguma imagem sobre o produto

Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

6.1.2 Grupo Focal 2: Meio Ambiente na perspectiva na poluição

Alfabetização Científica: produzindo um jornal ambiental

A proposta dessa metodologia foi desenvolver a leitura crítica dos alunos sobre os temas apresentados, beneficiando e relacionando os conteúdos curriculares. Nas edições dos jornais elaborados, foram discutidos e abordados os temas: agricultura; biocombustíveis; saúde e alimentação; energia; agrotóxico; lixo; poluição; petróleo; biotecnologia e saneamento básico.

É nesse contexto que Morin se refere no paradigma da complexidade e que surge espontaneamente quando se promove debates sobre assuntos pertinentes a vida, temas efetivamente geradores, como Freire propôs.

Durante a produção do “Jornal Rural” (Fig. 4), nome dado pelos próprios alunos, percebemos uma ampla motivação e cooperação nas atividades que puderam estabelecer um diálogo entre as vivências e os saberes científicos.

Percebemos ao longo do trabalho que os alunos se motivaram com os temas sugeridos promovendo a ponte entre os saberes escolares com os saberes científicos, normalmente contidos nos conteúdos programáticos escolares. A perspectiva interdisciplinar da proposta propiciou a discussão tanto de temáticas disciplinares das ciências exatas, como também das ciências sociais e humanas.

Observamos nos alunos o exercício da cidadania, acreditando ter colaborado para a sua inclusão social, sem exceção, uns mais do que os outros. Muitos dos participantes sentiram-se engajados em uma causa. E, mais, incluíram-se na sua realidade, com o interesse cada vez maior de participar e opinar, como por exemplo, o descarte de pilhas e bateria no lixo comum, um grupo de alunos foi na associação de moradores e colocaram um panfleto para coleta de pilhas e baterias, pois o próprio colégio tem um coletor. O panfleto (Fig. 5) foi elaborado pelos alunos, a professora e a comunicação e marketing da escola.

Sendo assim, a socialização dos trabalhos realizados pelos alunos corrobora que o ensino estendeu sua dimensão social promovendo e concretizando a valorização do processo democrático do conhecimento científico, passando a ultrapassar os muros da sala de aula, atingindo a comunidade escolar e mostrando suas implicações e relações aos aspectos cotidianos da vida humana.

Ao se referir ao termo antropoceno, a professora mediadora perguntou se algum aluno já tinha ido ao Museu do Amanhã e se tinham visto a exposição principal: Antropoceno? Os alunos alegaram que foram ao museu, mas não sabiam do que se tratava essa exposição. O que demonstra a necessidade que os alunos percebam que tanto o conhecimento científico, como a prática educativa, são construções sociais da realidade.

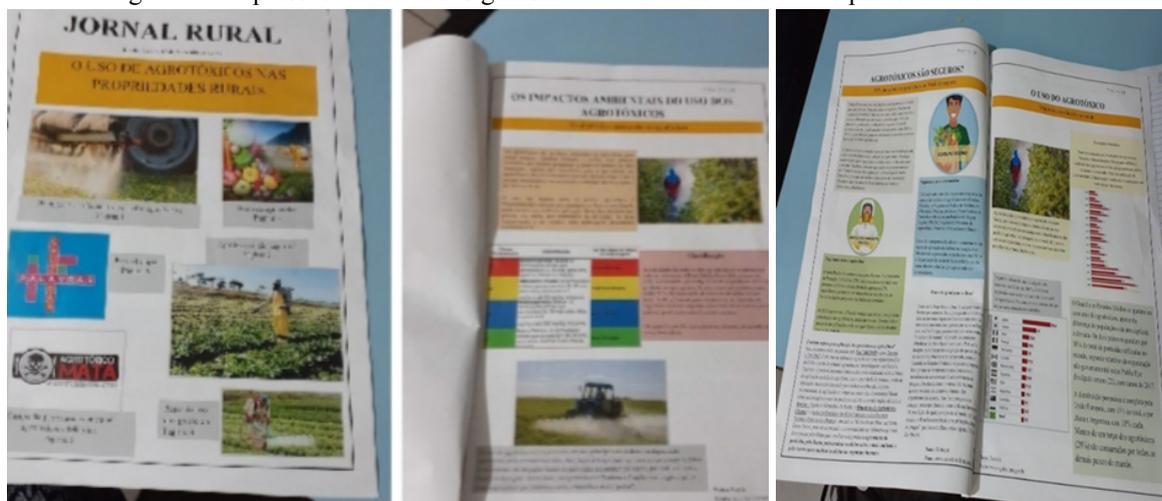
Neste sentido a Química está intimamente relacionada com as transformações ambientais, uma vez que muitos dos problemas que afligem o planeta correspondem a essa área da ciência. Muitas críticas sobre os impactos ambientais condenam a Química, como por exemplo o aquecimento global, os agrotóxicos, a chuva ácida e que as demais ciências são responsáveis por resolver plenamente todos os problemas ocasionados pela sociedade do

consumo. No entanto, a presença da Química no processo de novas tecnologias é cada dia maior, englobando pesquisas direcionadas a medicamentos, alimentos e combustíveis.

Na garantia da sustentabilidade, a Química acompanha o processo de globalização econômica, na possibilidade de encontrar meios de assegurar condições satisfatórias de vida para as futuras gerações.

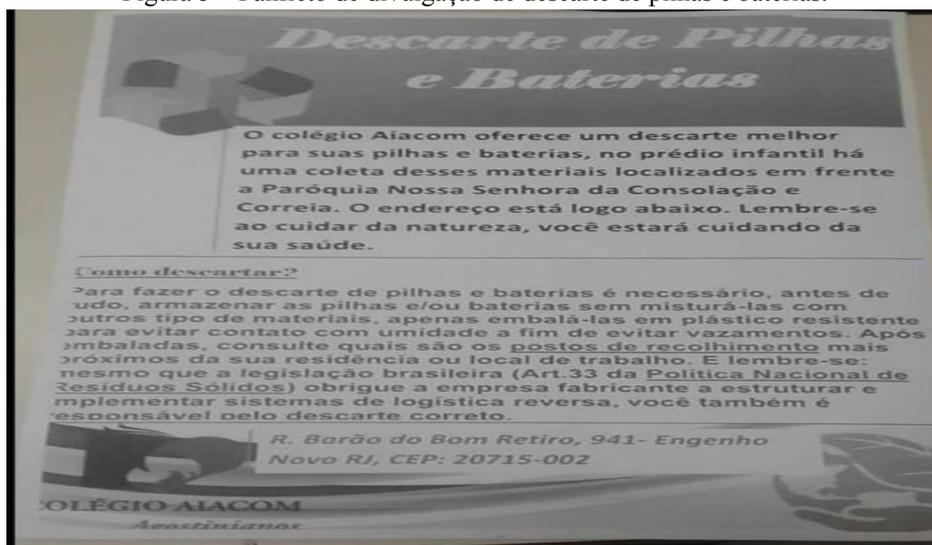
A (Fig. 5) o panfleto desenvolvido pelos alunos, pela professora e pela comunicação e marketing da escola para a divulgação do projeto sobre descarte de pilhas e baterias.

Figura 4 – Expressão textual e design do Jornal Rural confeccionado pelos alunos da EJA.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 5 – Panfleto de divulgação de descarte de pilhas e baterias.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

6.1.3 Grupo Focal 3: Feira de Ciências: Agrotóxicos na perspectiva da sustentabilidade do solo

A feira de Ciências é um espaço não formal importante para o desenvolvimento da interdisciplinaridade e para os alunos adquirirem habilidades, que muitas das vezes não ocorrem na sala de aula.

Ultimamente há uma escassez de aulas práticas e experimentais nas escolas, seja ela pública ou privada, muitas não possuem laboratório, o que deixa muitos docentes desmotivados para realizarem tais atividades, levando em consideração que muitas atividades experimentais podem ser realizadas em sala de aula.

Neste sentido, a ausência de se ter aulas mais dinâmicas vem afetando a curiosidade e o interesse dos alunos nas ciências naturais, como também dificultando a construção do saber científico.

Uma das metodologias disponíveis para o Ensino de Química, é enfatizado pela feira de ciência, definida como:

Feiras de Ciências são eventos sociais, científicos e culturais realizados nas escolas ou na comunidade com a intenção de, durante a apresentação dos estudantes, oportunizar um diálogo com os visitantes, constituindo-se na oportunidade de discussão sobre os conhecimentos, metodologias de pesquisa e criatividade dos alunos em todos os aspectos referentes à exibição dos trabalhos (MANCUSO, 2006 apud BRASIL, 2006, p. 20).

A Feira de Ciências é um dos eventos que apresenta o melhor processo de divulgação científica e alfabetização científica, além de transmitir cultura científica (LEAL FILHO et al., 2016).

Neste viés, a busca por soluções desafia o aluno a raciocinar e o leva a ter uma noção de forma concreta dos conceitos, abrangendo os seus conhecimentos e suas técnicas para resolver problemas.

Temos o objetivo de dar ferramentas para que os alunos possam se tornar autônomos, conscientes e críticos; para que desenvolvam um olhar, capazes de enxergar oportunidades; para que se tornem alunos com competências e habilidades para planejar e executar sua meta.

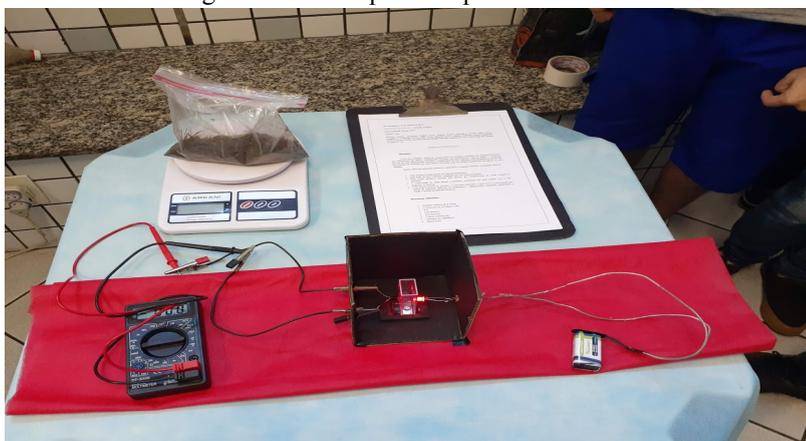
Notou-se através das observações da professora a satisfação dos alunos, em poderem participar ativamente da realização experimental, compreendendo melhor o conteúdo.

Acreditamos que a Feira de Ciência é uma ferramenta didática, sendo um recurso metodológico que deve estar mais presente nas escolas para apostar na construção de uma ponte entre aluno, o saber e a ciência, e podendo levar aos educandos a oportunidade de adquirir uma identidade científica.

Ressaltamos assim, a importância de atividades refletidas no cotidiano do aluno, desenvolvendo uma postura crítica e de habilidades cooperativas. Além disso, criar uma melhor interação com a comunidade, contribuindo com uma maior socialização.

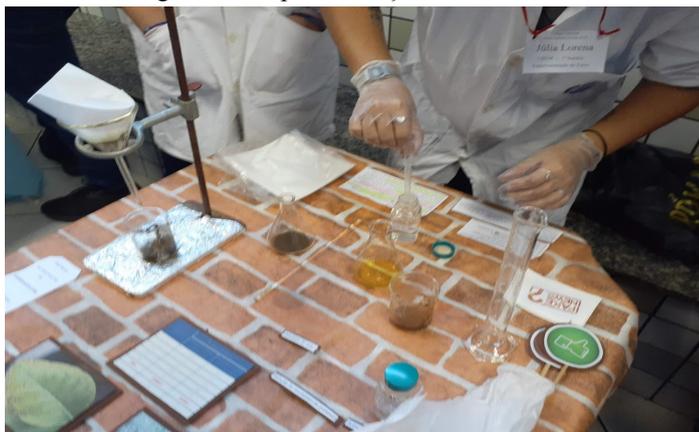
Figuras das atividades realizadas pelos alunos na Feira de Ciências.

Figura 6 – Protótipo do Espectrofotômetro.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 7 – Experimentação de teor de ferro.



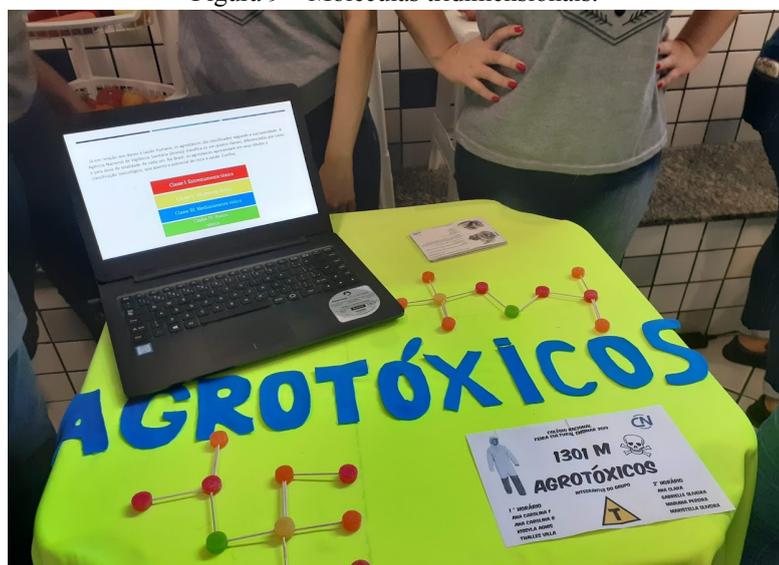
Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 8 – Experimentação pH.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 9 – Moléculas tridimensionais.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 10 – Concentração de agrotóxicos nos alimentos.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 11 – Protótipo do sistema de lixiviação.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

6.1.4 Grupo Focal 4: A oficina Educação Ambiental *versus* Sustentabilidade do Solo

O modelo de formação de professores tanto de Química quanto de outras disciplinas vem sendo questionado há algum tempo e um modelo ainda bastante presente é o do conteudista. Neste, privilegiam-se os conteúdos específicos e o professor no final de sua formação sai praticamente como um técnico.

Este modelo técnico ainda é muito presente nas universidades, segundo Schön (2000, p. 15), “os profissionais são aqueles que solucionam problemas instrumentais, selecionando os meios técnicos mais apropriados para propósitos específicos.” Sendo assim, pensar na formação de professores, é refletir sobre os professores formadores desses docentes que irão atuar na rede básica de ensino.

Neste sentido se faz necessário cursos e/ou oficinas de formação mais articuladas e integradas na tríade ação – teoria – prática, o que tem sido discutido por SILVA e SCHNETZLER (2005, 2008).

A oficina foi idealizada e desenvolvida no Workshop Educação Ambiental e o Ensino de Química – WEAQ 2019 na Universidade federal do Rio de Janeiro (UFRJ) no dia 14 de junho de 2019 no horário de 14:00 às 17:00 h para formação de docentes, com escopo de incentivar novas estratégias de ensino aos professores da Educação Básica bem como, também auxiliar a possibilidade de repensar a sua prática docente.

Notamos uma baixa participação dos professores da Educação Básica, em um evento que possui como principal objetivo discutir a temática meio ambiente no Ensino de Química. O que pode ser reflexo do distanciamento entre a Universidade e a escola, bem como o afastamento do professor após o término da graduação.

Outra situação muito corriqueira são problemas relacionados às questões salariais e ausência de tempo, o que afasta ou desestimula os professores de participarem de formações e/ou atividades extras (FREITAS, 2007).

Observamos, que a oficina foi promissora e contribuiu significativamente para todos os participantes. A integração entre conteúdos químicos e a temática agrotóxicos, sendo contextualizada e interdisciplinar, usando-se a experimentação foi apontada como o papel do professor de ir além do simples ato de ministrar aula com “cuspe e giz” e facilita a integração de diferentes áreas do conhecimento, formando assim cidadãos críticos, com habilidades e competências para atuar na vida social, de forma que o aluno reflita sobre os conceitos químicos e possa aplicá-los nas situações cotidianas.

De acordo com o trabalho de Lima Filho et al. (2011) após a aplicação de oficinas temáticas oferecidas aos professores, os estudantes aprovaram a forma de como os conteúdos químicos foram abordados em aula. Segundo a sua pesquisa, os professores se mostraram satisfeitos com o interesse na participação de seus alunos nas atividades realizadas na oficina, além de manifestarem de forma verbal e por escrito, a importância de tais atividades para a melhoria na qualidade do ensino. Infelizmente não obtivemos em nossa oficina um retorno dos professores quanto a metodologia usada na oficina.

Figura das atividades realizadas pelos docentes na Oficina:

Figura 12 – Molécula de Glifosato confeccionada por docentes.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

6.1.5 Grupo Focal 5: Projeto de Ciências: Aprendendo sobre o Solo

A Aprendizagem Baseada em Projetos é um método de ensino que envolve os alunos a alcançar competências e habilidades por meio de um processo de investigação, para responder a questões complexas e reais. Compreendendo assim, as concepções e representações práticas, relativas ao ensino de ciências.

Sendo assim, a BNCC define competência como a estimulação de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver questões complexas da vida cotidiana, do exercício da cidadania e do mundo. Ao definir essas competências, a BNCC reconhece que a educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza (BRASIL, 2017).

A utilização da metodologia de projetos auxilia os professores na construção da exposição interdisciplinar no campo educacional, fazendo com que o aluno busque através da pesquisa, trabalhos colaborativos, socialização e a construção de novos conhecimentos. Deixando assim de ser um sujeito passivo que apenas recebe os conteúdos prontos, para se tornar um sujeito ativo diante da abertura possibilitada por meio do projeto.

Neste sentido, a escola precisa mudar sua postura e fazer com que o aluno se envolva de forma ativa e atuando como protagonista no seu processo de aprendizagem, sendo o papel do professor de mediador na solução de problemas expostos. Para se envolver ativamente no processo de aprendizagem, o estudante deve ler, escrever, perguntar, discutir, além de realizar somente as tarefas e avaliações.

No que tange o ensino de ciências a competência no âmbito da educação escolar, deve identificar o que o aluno necessita para responder aos problemas aos quais será exposto ao longo da vida.

Em meio a observação da professora, constatou-se que a metodologia de projetos é uma valiosa ferramenta disponível aos educadores. Embora sejam encontrados algumas limitações, como por exemplo um maior esforço do professor, disposição de materiais e recursos, falta de tempo pela obrigação de cumprir o conteúdo programático, as vantagens devem ser evidenciadas, pois essa metodologia promove aulas dinâmicas, motivadoras que provocam e desafiam o educando a buscar novas informações e conhecimentos para seu cotidiano e para obter respostas ao longo das dúvidas que forem aparecendo ao longo do projeto, fato que agrega mais vida à escola, não a restringindo a um ambiente conteudista.

Iniciando a discussão, procurou-se coletar as concepções sobre o solo e também os conhecimentos prévios dos alunos. Nesta etapa ficou evidente que a maioria não tinha um conhecimento sobre a importância do solo, da conservação e respeito ao solo.

Muggler, Sobrinho e Machado (2006) e Carvalho (2015), defendem uma consciência pedológica, onde os autores defendem projetos de extensão universitária como o “Projeto: Solo na Escola” presentes em diversas Universidades no Brasil e como exemplo pode-se citar o da Universidade Federal de Roraima (UFRR), na região norte, Universidade Federal de Goiás (UFG) e Universidade Estadual de Goiás (UEG), na região centro-oeste, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na região Nordeste, Universidade de São Paulo (USP), e na região Sul, Universidade Federal do Paraná (UFPR), que elaboram atividades no contexto escolar adaptadas ao Ensino Fundamental e Médio, englobando estudantes e professores.

De acordo com Dias e Oliveira (2017), a educação fundamentada em sustentabilidade do solo considera o homem como pertencente ao ambiente, e não como um ser isolado.

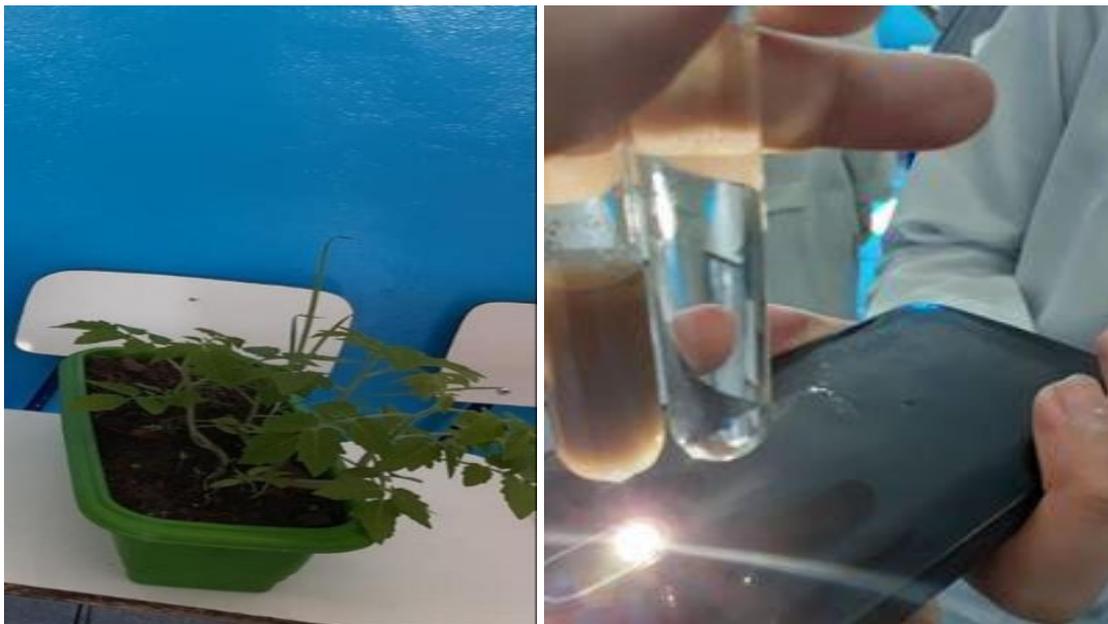
Diante da falta de trabalhos a respeito do solo, discutir sobre educação é de suma importância com a finalidade de possibilitar a modificação de valores e atitudes.

A falta de estudo do solo nos conteúdos causa um dano significativo na aprendizagem escolar comprometendo o estudo das estruturas morfológicas e desconsiderando a necessidade de conhecer sua formação e preservação.

De acordo com Oliveira (2020) o tema solo está presente nos currículos do Ensino Básico em vários componentes curriculares, tais como Ciências, Biologia e Geografia, em decorrência da abrangência do tema, que compreende desde questões ligadas à própria pedologia (formação dos solos, classificação, fertilidade, conservação, mapeamento, entre outros) até outras mais gerais, decorrentes do papel do solo como interface (relevo, agricultura, hidrografia, clima, meio ambiente, economia e mesmo cultura).

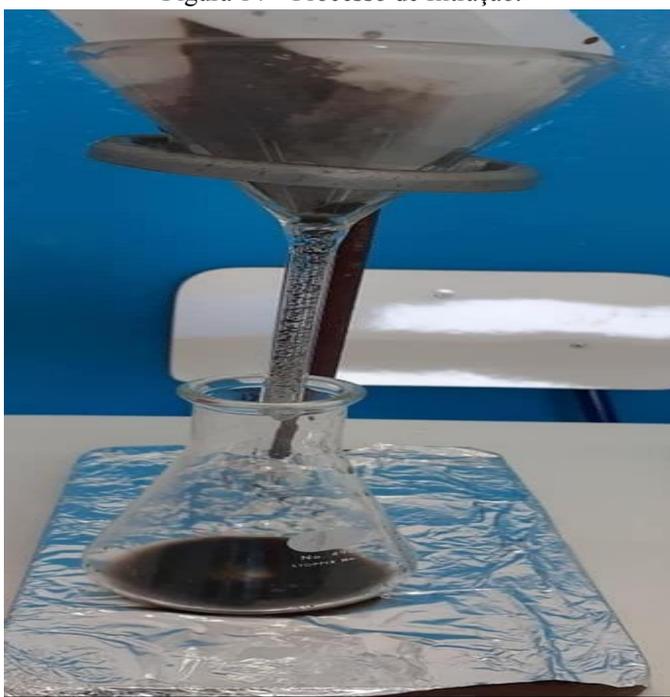
Figuras das fases da experimentação com a temática Solo:

Figura 13 – Partes que compõem o solo.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 14 – Processo de filtração.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 15 – Análise de ferro na água lixiviada.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

Figura 16 – Presença de ferro na água lixiviada.



Fonte: Acervo pessoal da autora (2019).

6.1.6 Grupo Focal 6: Analisando o questionário

Após a coleta e análise dos dados percebemos que os discentes viam educação ambiental em uma perspectiva que se restringia basicamente as áreas da biologia e geografia. Esta conclusão aguçou ainda mais nosso interesse pela pesquisa.

A primeira fase do GF 6 que foi a análise do questionário com as questões fechadas, teve sua análise apresentada na disciplina de Pesquisa de Ensino Supervisionada 1 - PES1, na

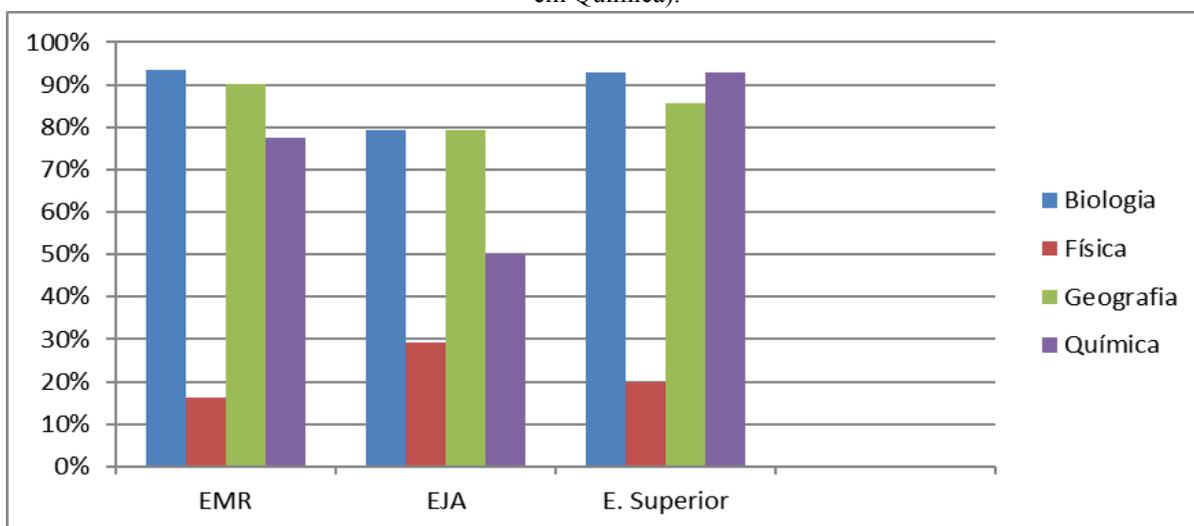
1ª Jornada Regional de Ensino de Química do Rio de Janeiro – REQ (GERPE; TAMIASSO-MARTINHON; MIRANDA, 2018) e no Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC (GERPE; TAMIASSO-MARTINHON; MIRANDA, 2019b).

A partir de perguntas fechadas dirigidas aos alunos, foram obtidos os resultados conforme os gráficos de 4 a 10.

- a) Análise da interdisciplinaridade e transversalidade na temática "solo" relacionadas com as disciplinas da educação básica e da graduação.

Ao analisarmos o Gráfico 4, notamos que a interdisciplinaridade entre Química, Biologia e Geografia estão presentes, tanto na educação básica quanto na graduação, mesmo que os números demonstram menor percentual na EJA, apontando uma relevância para o aluno no momento em que se leva em consideração a inter-relação dos conteúdos abordados na temática "solo" com o cotidiano do estudante durante o processo ensino-aprendizagem.

Gráfico 4 – Relativo à pergunta: o tema "solo" está relacionado à qual(is) disciplina(s)? (EMR - Turma do Ensino Médio Regular; EJA - Turma de Jovens e Adultos; E. Superior - Turma de Graduação em Licenciatura em Química).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Neste viés, o aluno passa a conhecer as interações entre mundo natural e a sociedade, criação humana e natureza, e em formas e maneiras de captura da totalidade social, incluindo a relação indivíduo/sociedade e a relação entre indivíduos. Consiste, portanto, em processos de interação entre conhecimento racional e conhecimento sensível, e de integração entre saberes tão diferentes, e, ao mesmo tempo, indissociáveis na produção de sentido da vida.

Observamos, através das respostas representadas no Gráfico 4 que os percentuais das participações da Química e da Biologia no tema solo, segundo os entrevistados, se mostraram maiores e bem próximos entre si para os alunos de graduação em Licenciatura em Química. Também, pôde-se observar que a física foi muito pouco relacionada à temática dos solos, o que pode ser atribuído a não abordagem deste tema nesta disciplina.

b) Análise sobre a inserção dos agrotóxicos na alimentação brasileira

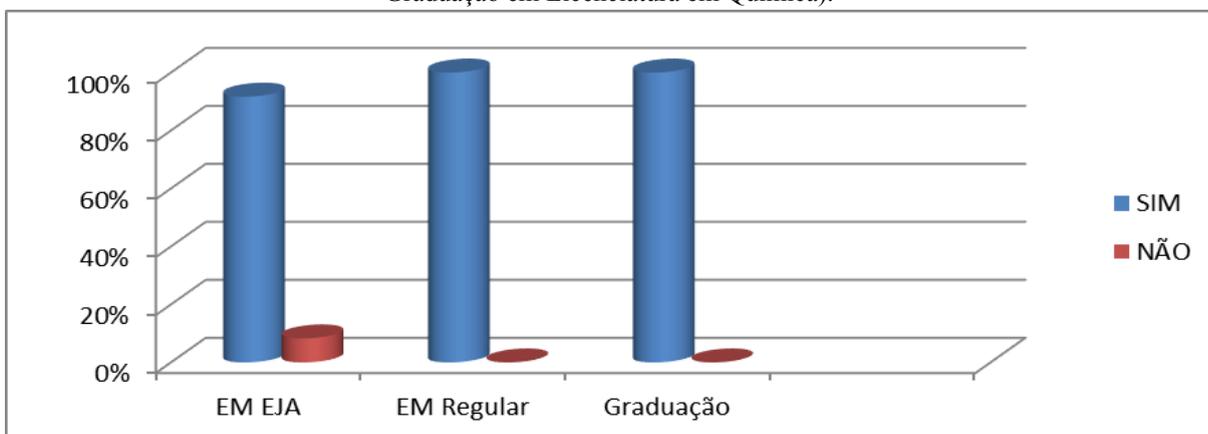
A constatação da ação agrícola dos agrotóxicos é de fácil alcance, já que o trabalhador rural e o agricultor conseguem observá-la na lavoura ou no ambiente urbano onde houve aplicação do composto químico, e ali verificar sua ação esperada e descrita nas bulas.

O problema é saber qual o risco que os agrotóxicos ocasionam à saúde dos seres humanos e o impacto que provocam no meio ambiente. Pois a ação desses compostos químicos geralmente não atua apenas no que se pretende e, na maioria das vezes, a destruição se dá em várias classes dos componentes da fauna e da flora existentes no local da aplicação, além da contaminação da água e lençóis freáticos.

Embora quase que a totalidade tenha afirmado que come ou digere agrotóxicos, conforme pode ser visualizado no Gráfico 5, se verificou que apesar deste assunto ser difundido no senso comum dos alunos participantes, ainda há muitas dúvidas e distorções conceituais sobre ele.

Um exemplo disso pôde ser observado nas respostas dadas à pergunta 7, nas quais alguns alunos confundiram agrotóxicos com fertilizantes, respondendo que os agrotóxicos são substâncias que “aceleram o crescimento das plantas”.

Gráfico 5 – Relativo à pergunta: o tema "agrotóxico" está relacionado à inserção na alimentação brasileira? (EM EJA - Turma de Jovens e Adultos; EM Regular - Turma do Ensino Médio Regular; Graduação - Turma de Graduação em Licenciatura em Química).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

O assunto agrotóxico representa, assim, um tema muito importante na abordagem da química a partir de temas sociais. Dentro de uma conexão entre ensino de ciências e a sociedade, o professor de química, de biologia, geografia e história encontra inesgotáveis possibilidades para abordagem desse tema.

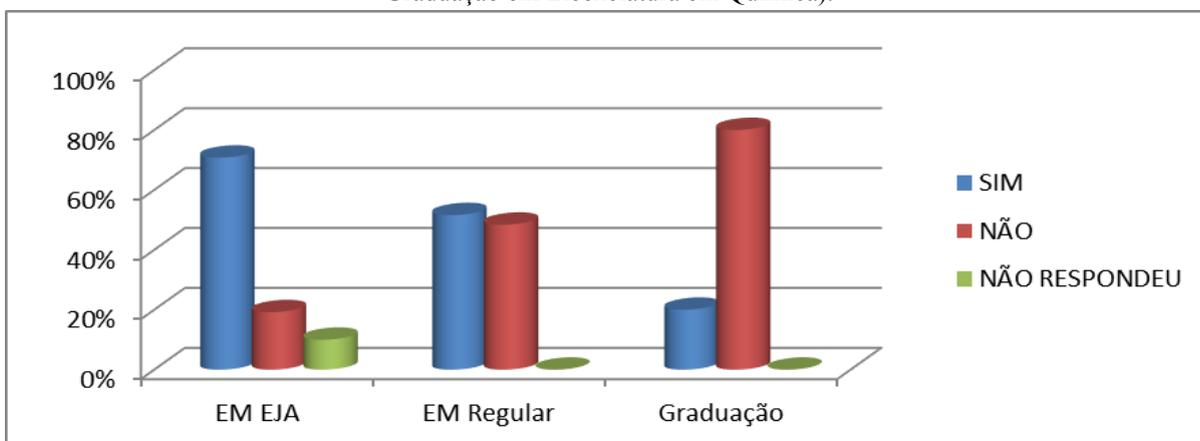
c) Análise da importância ou da vivência do cultivo

A partir da análise do Gráfico 6, nota-se que poucos alunos possuem o hábito de cultivar algo em suas residências. Este número aumenta um pouco na EJA. Assim sendo, nos deparamos que o aluno pouco conhece as vantagens de se ter uma mini horta dentro de suas casas. Ao se constatar a estranheza do cultivo de mini hortas e da possibilidade de fazê-las em casas ou apartamentos, houve a necessidade da intervenção do professor para a abordagem e sensibilização sobre o tema, associando-o com o não uso obrigatório de agrotóxicos para o cultivo de hortaliças, por exemplo.

Deste modo, se fez e se faz presentemente apresentar o tema com as informações necessárias para demonstrar essas vantagens sobre formas de cultivo, assim como, os materiais utilizados para a sua prática dentre outras opções.

O cultivo pode servir, por exemplo, para incentivar as pessoas a terem uma vida mais saudável com os alimentos que serão plantados e o contato com a terra proporciona a sensação de prazer por colher e plantar o próprio alimento.

Gráfico 6 – Relativo à pergunta: o tema "cultivo" está relacionado à importância ou a vivência do discente? (EM EJA - Turma de Jovens e Adultos; EM Regular - Turma do Ensino Médio Regular; Graduação - Turma de Graduação em Licenciatura em Química).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Estas discussões podem fomentar um processo reflexivo para novas tomadas de posicionamento e atitudes que compõem uma das mais desafiadoras metas da Educação Ambiental Crítica: a mudança comportamental do indivíduo que se pensa como um e como coletivo. Faz-se necessário, neste momento, proporcionar o conhecimento sobre a agricultura familiar.

d) Análise da percepção geográfica social do solo no país

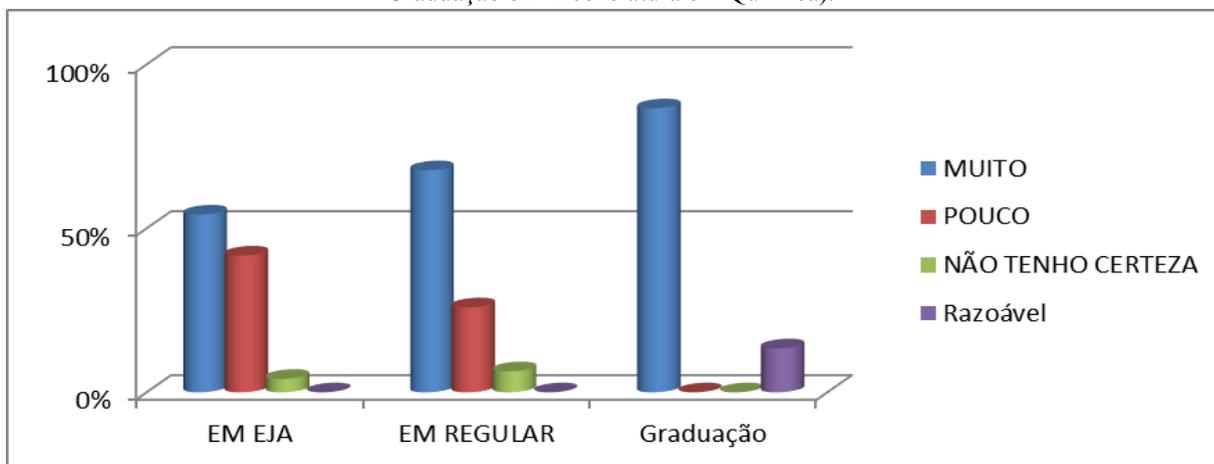
A discussão fomentada por temas geradores, importantes para a realidade social dos alunos, não pode ser fragmentada e dissociada da “localização” sociogeográfica e histórica da comunidade participante do debate.

O questionamento ilustrado pelo Gráfico 7 teve por objetivo investigar, bem inicialmente, como está a percepção dos alunos em relação à disponibilidade do solo para a agricultura no Brasil, considerando-se a sua dimensão geográfica como quinto maior país do mundo em extensão territorial.

De acordo com os alunos do EMR e da graduação, o Brasil tem muita terra cultivável, o que, curiosamente, destoou das respostas dos alunos da EJA, que, em grande percentual se opôs ao senso comum ou ao conhecimento acadêmico de grande disponibilidade ou até de fartura de solo bom para plantar em nosso país.

Acreditamos que os alunos da EJA possam estar levando em consideração que as matas e florestas que além de apresentarem grande percentual de solo não sejam áreas próprias para cultivo por serem locais preservação ambiental.

Gráfico 7 – Relativo à pergunta: o tema "solo" está relacionado à percepção geográfica social do solo no Brasil? (EM EJA - Turma de Jovens e Adultos; EM Regular - Turma do Ensino Médio Regular; Graduação - Turma de Graduação em Licenciatura em Química).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

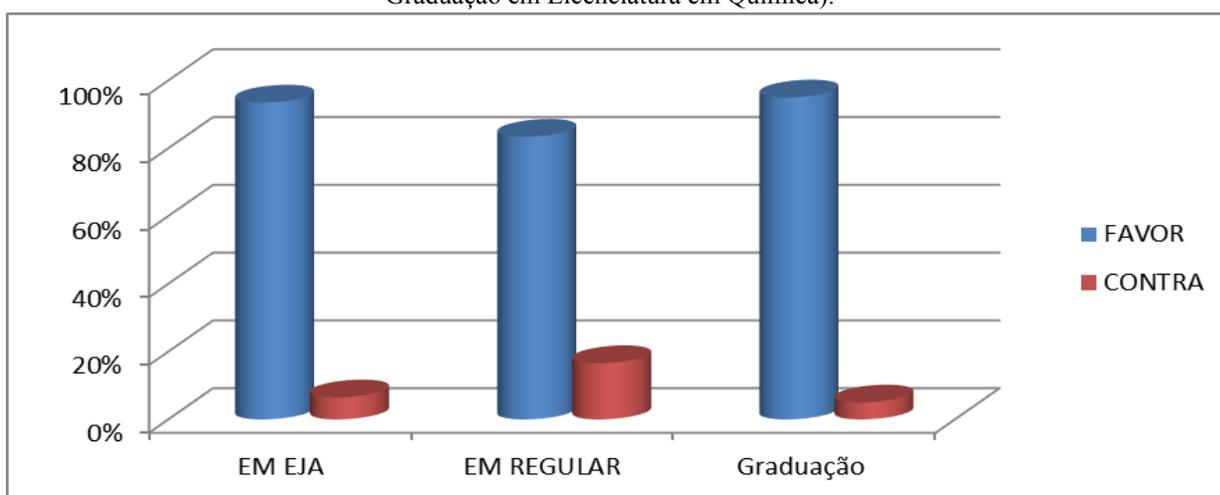
Há nestas respostas, uma provável influência da vivência e do ambiente urbano no qual os alunos se encontram, sendo os de maior faixa etária – da EJA, de 18 a 56 anos, talvez, mais tendenciosos a associar a pouca quantidade de cultivo agrícola nos grandes centros urbanos, no local onde moram e trabalham, como o contexto nacional, que abrange diversas comunidades agrícolas, com as quais não têm contato e nem muito conhecimento.

A EAC implica o pretexto destas discussões, de suas contradições e analogias, entre a análise de como se vive, da realidade na qual se vive, sem deixar de levar em consideração, a importância das comunidades que vivem de forma diferente da nossa, mas, que, muitas vezes, alimentam a nossa sobrevivência.

e) Análise do posicionamento social sobre agrotóxicos

O questionamento que originou o Gráfico 8 se fez necessário para analisarmos o conhecimento do aluno em prol da sua capacidade de argumentação, ao justificar a sua posição de contra ou a favor do uso dos agrotóxicos, o que nos mostrou uma confusão entre agrotóxicos e fertilizantes, pois ao argumentar o aluno fez referência ao "crescimento das plantas", alegando que os usos dos agrotóxicos fazem com que as plantas ficassem mais resistentes e maiores.

Gráfico 8 – Relativo à pergunta: o tema “agrotóxico” está relacionado ao posicionamento sobre a temática? (EM EJA - Turma de Jovens e Adultos; EM Regular - Turma do Ensino Médio Regular; Graduação - Turma de Graduação em Licenciatura em Química).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Trabalhar a interdisciplinaridade na temática agrotóxico pode favorecer o posicionamento e a compreensão do aluno em relação aos malefícios do uso do agrotóxicos utilizados no cultivo. Sendo assim, o conhecimento sobre novas tecnologias, como o uso de

biofertilizantes e agentes de biocontrole, é favorável ao desenvolvimento de novas alternativas no campo econômico, político, social e educacional.

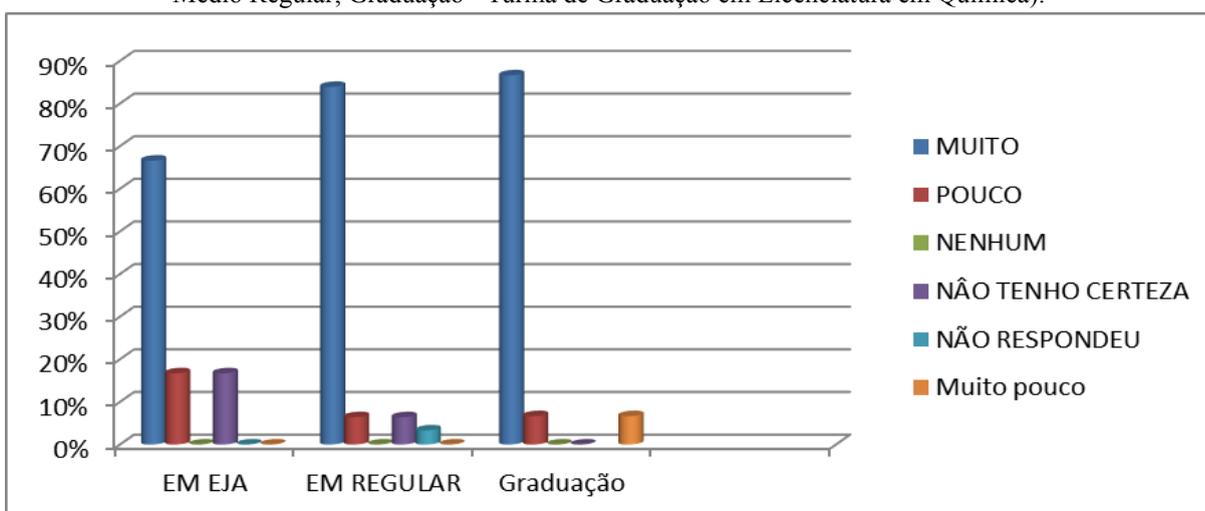
Assim sendo, devemos questionar aos alunos, se sabem como se aplica, sobre as precauções necessárias para o uso do agrotóxico, utilização equipamento de proteção individual (EPI), a respeito da legislação, é importante salientar que o estudante não distingue os conceitos de agrotóxico ou pesticida e nem reconhece os alimentos com agrotóxicos. Discutir sobre o destino das embalagens, pois para a maioria dos estudantes citam que são destinadas em lixo comum ou que são reutilizadas por serem embalagens recicláveis.

f) Análise da interdisciplinaridade e da contextualização temática dos solos com a química e a biologia

De acordo com os respondentes essa tríade tem muita relação, para Chassot (1993), a química e a biologia que se ensina devem estar ligadas ao cotidiano do aluno.

A partir da interpretação dos resultados apresentados no Gráfico 9, os alunos do ensino médio regular, na sua maioria, observavam a relação entre as aulas de química, biologia e agrotóxicos, essa observação a nosso ver denota que ainda existe dificuldade para os alunos fazerem a relação entre as áreas e assuntos, cabendo ao docente um papel importante nessa mediação.

Gráfico 9 – Relativo à pergunta: O tema "interdisciplinarização" e "contextualização" relacionada a temática do solo na disciplina química e biologia? (EM EJA - Turma de Jovens e Adultos; EM Regular - Turma do Ensino Médio Regular; Graduação - Turma de Graduação em Licenciatura em Química).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

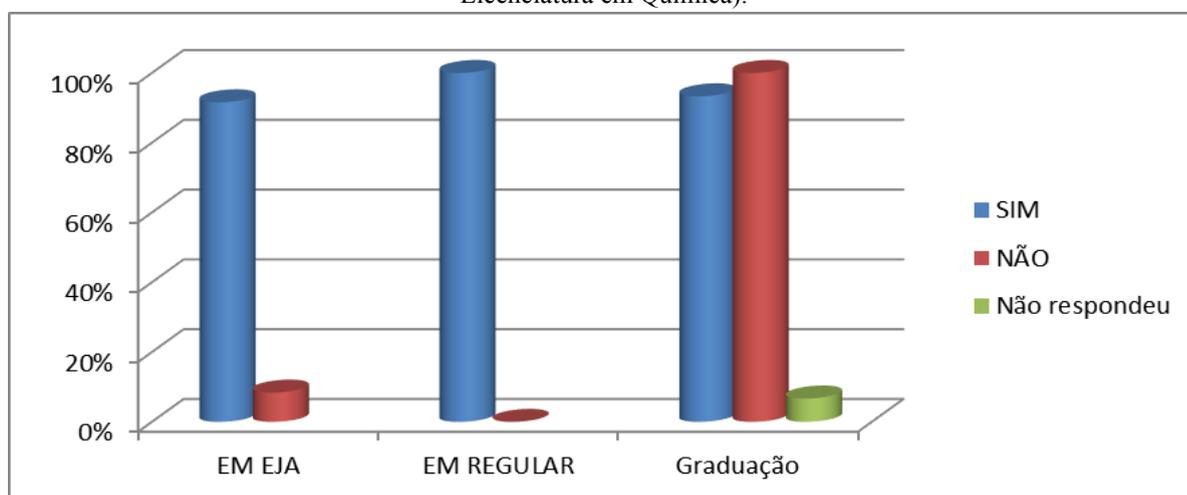
Como no EMR a autora principal é a docente dessas duas disciplinas, naturalmente faz essa interdisciplinaridade e para o aluno ficou mais nítido. Já na EJA, a autora principal, é

docente apenas de química, podendo até ter fomentado essa interdisciplinaridade, mas ainda não atingiu um maior percentual, já que há necessidade também dos docentes de diferentes disciplinas "conversarem" com outros saberes e docentes.

g) Análise da relação dos agrotóxicos com a saúde humana

Os resultados apresentados no Gráfico 10 mostraram que os participantes da pesquisa possuem conhecimentos sobre os efeitos dos agrotóxicos no organismo humano, fazendo uma referência ao aumento dos casos de câncer e mutação genética.

Gráfico 10 – Relativo à pergunta: o tema "agrotóxico" está relacionado à saúde humana? (EM EJA - Turma de Jovens e Adultos; EM Regular - Turma do Ensino Médio Regular; Graduação - Turma de Graduação em Licenciatura em Química).



Fonte: Elaborado pela autora (2019).

Os problemas causados por agrotóxicos no Brasil preenchem uma vasta lista de agravos à saúde humana e danos ao meio ambiente. Diante da necessidade de sensibilizar e dialogar com os alunos conforme descrito por Cavalcanti et al. (2010), podemos contextualizar diversos conteúdos de química do ensino médio utilizando a temática agrotóxicos. Foi citado como os males ocasionados pelos agrotóxicos: intoxicação, alergias e câncer.

Moraes e colaboradores (2011) analisam agrotóxico um tema social quando supera os limites do individual, pois o coloca como um problema ambiental e de saúde pública, e recomenda sua abordagem nas aulas de química, apontando colaborar com informações a fim de minimizar o risco de contaminação doméstica. Sendo assim, ensina-se química para que o cidadão possa interagir melhor com o mundo e esteja preparado para a vida, para o trabalho e para o lazer (CHASSOT, 1993).

Por meio da observação dos questionários e das aulas, verificou-se a existência de conhecimentos prévios relevantes sobre agrotóxicos, uma vez que os alunos demonstraram várias indicações de tipos dos defensivos agrícolas, bem como seus benefícios e malefícios à saúde e ao meio ambiente. Contudo, eles também apresentaram conhecimentos alguns equivocados quanto à legislação, aos órgãos públicos reguladores e aos efeitos nocivos à saúde e ao meio ambiente. Alguns não responderam adequadamente sobre o destino das embalagens e sobre o reconhecimento dos alimentos produzidos com agrotóxicos, assim como também se identificou deficiências no reconhecimento de alimentos com resíduos de agrotóxicos.

Baseando-se nos resultados observados, fica perceptível que os estudantes possuem um conhecimento de senso comum sobre o tema agrotóxico, precisando ser debatido, sistematizado e confrontado com outros saberes populares e científicos.

A segunda fase do GF 6, que foi a análise do questionário com os desenhos, teve sua análise apresentada no Workshop Educação Ambiental e o Ensino de Química – WEAQ 2019 (GERPE; TAMIASSO-MARTINHON; MIRANDA, 2019a).

Foram analisados 13 desenhos e 15 palavras dos alunos do EMR, EMEJA e Ensino Superior

A partir da análise dos desenhos produzidos pelos alunos, foram obtidos os resultados conforme a grade documentária do desenho aqui representado: ***Como você expressaria o uso do agrotóxico no solo? Desenhe.***

Os conteúdos expostos em sala de aula pelo docente, seja utilizando imagens ou transmitindo oralmente, nem sempre são compreendidos pelo aluno; ou seja, a transposição didática pode ser ineficiente. Nesse contexto, o docente precisa considerar que cada aluno possui uma forma cognitiva de entender conceitos e estruturar suas ideias, como pode ser evidenciado a partir das expressões imagéticas elaboradas pelos alunos do EMR (Figura 17), da EJA (Figura 18) e da Licenciatura em Química (Figura 19), bem como pela análise. Nas figuras 18, 19 e 20 foram adicionadas nuvens de palavras referentes às expressões mais citadas nos desenhos feitos.

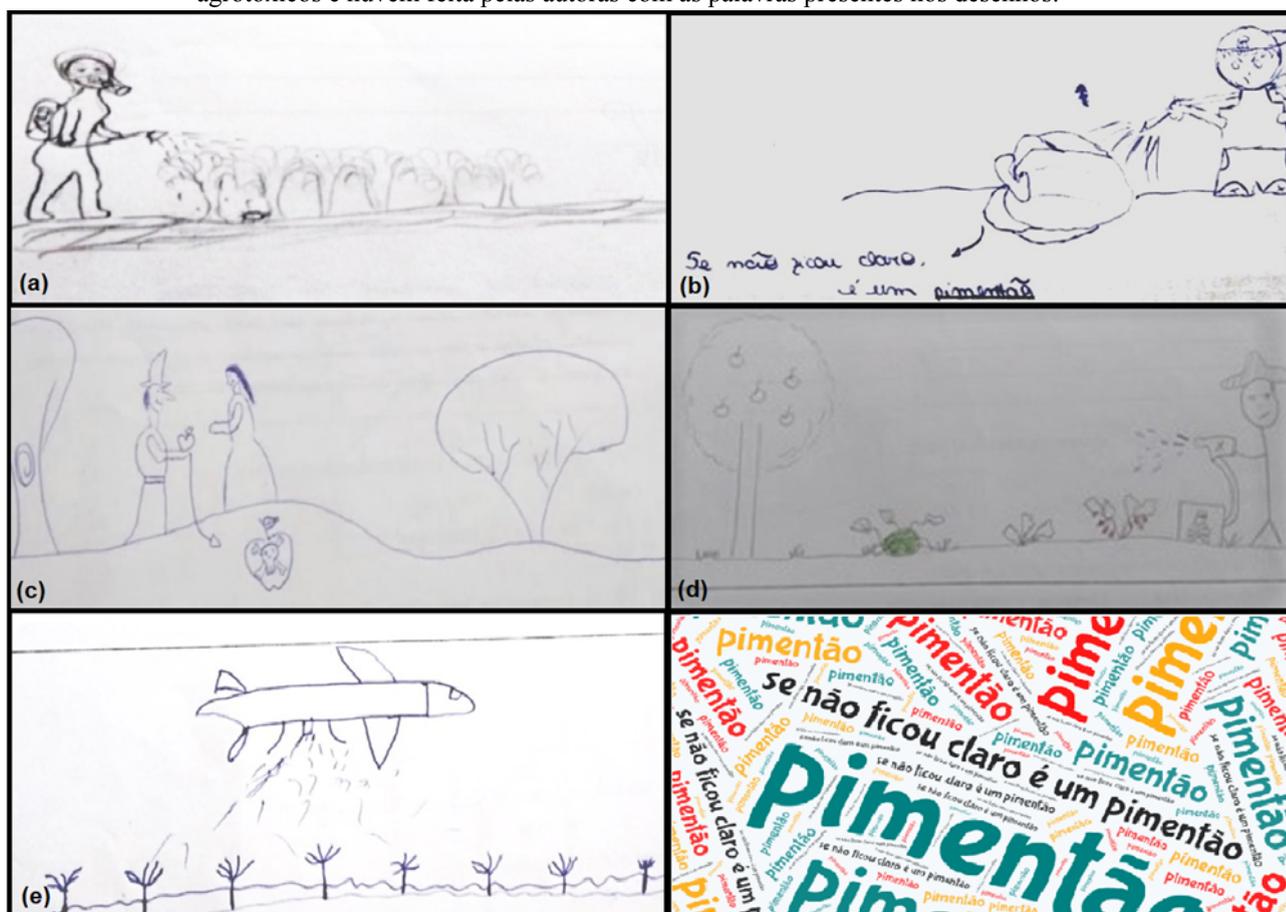
As nuvens de palavras são instrumentos didáticos que selecionamos para listar as palavras que mais apareceram nos desenhos, permitindo ao leitor identificar facilmente os conceitos expostos nos desenhos. As palavras grafadas mais ao centro da nuvem e com letras maiores e em negrito, tratam-se dos elementos mais frequentes e importantes. Pela construção da nuvem de palavras, verificou-se que as palavras que obtiveram frequência maior de aparição foram: ‘pimentão’, ‘agrotóxico’, ‘eutrofização do rio’, ‘terra doente’ e ‘fertilizante’.

Notamos que essa configuração indica que os alunos veem o pimentão como líder na lista dos produtos com maior quantidade de agrotóxicos. Entendemos que a utilização do uso da palavra agrotóxico e fertilizante representam um risco à saúde. Ao analisar o uso da palavra eutrofização compreendemos que o uso dos fertilizantes e agrotóxicos são levados pela chuva para os córregos e rios, prejudicando o equilíbrio ecológico de seus ecossistemas e agravos à saúde dos trabalhadores.

Foram selecionadas todas as palavras/expressões que apareceram ao menos 3 vezes ao longo dos desenhos analisados. Como podemos ver (Fig. 18, 19 e 20) as palavras/expressões mais frequentes são apresentadas em tamanho maior, e os menos frequentes em tamanho menor. Por exemplo: a palavra pimentão (Fig. 18) apareceu 18 vezes enquanto a palavra alface (Fig. 20) apareceu 5 vezes.

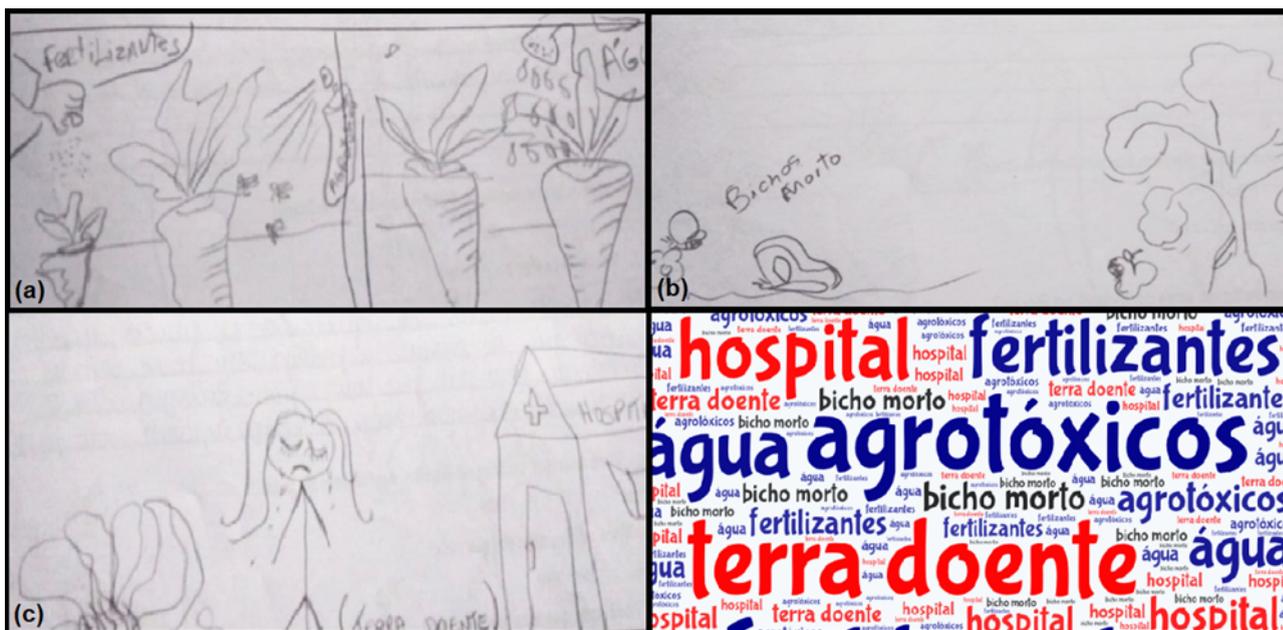
As palavras mais citadas eram os desenhos mais citados. O que fez percebermos a relação à concepção do agrotóxico associada à ideia de seu uso ao pimentão.

Figura 17 – Expressões imagéticas elaboradas por alunos do EMR, após provocações sobre o emprego de agrotóxicos e nuvem feita pelas autoras com as palavras presentes nos desenhos.



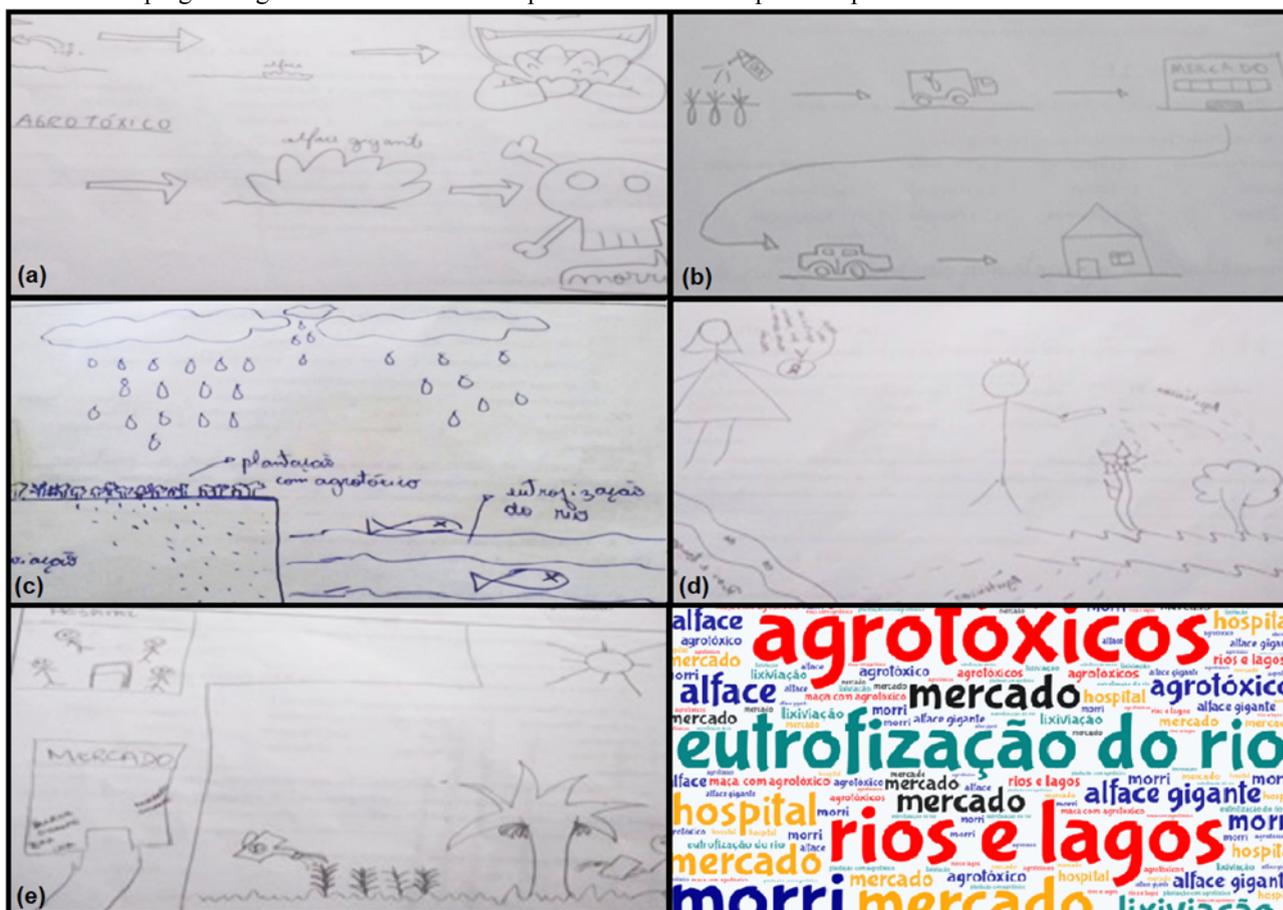
Fonte: Gerpe; Tamiasso-Martinhon; Miranda (2021).

Figura 18 – Expressões imagéticas elaboradas por alunos da EJA, após provocações sobre o emprego de agrotóxicos e nuvem feita pelas autoras com as palavras presentes nos desenhos.



Fonte: Gerpe; Tamiasso-Martinhon; Miranda (2021).

Figura 19 – Expressões imagéticas elaboradas por Licenciandos em Química (UFRJ), após provocações sobre o emprego de agrotóxicos e nuvem feita pelas autoras com as palavras presentes nos desenhos.



Fonte: Gerpe; Tamiasso-Martinhon; Miranda (2021).

Ao analisar os desenhos notamos algumas semelhanças entre os estudantes participantes da pesquisa em relação à concepção do agrotóxico associada à ideia de veneno, assim como o combate às pragas e ao aumento da demanda de produtividade.

O uso excessivo e incorreto de agrotóxicos e suas consequências negativas ao ecossistema, ao meio ambiente e saúde humana foram identificados nos desenhos elaborados por alunos do EMR (Figura 17b), da EJA (Figuras 18b e 18c) e da Licenciatura em Química (Figuras 19a, 19c e 19d).

A partir das representações imagéticas também foi possível verificar que, apesar desta temática ser bem difundida pelo senso comum dos alunos participantes, ainda há muitas dúvidas e distorções conceituais sobre ela. Observamos erros conceituais em ambos os segmentos, um exemplo disso pôde ser observado nas expressões imagéticas, em que alguns alunos confundiram agrotóxicos com fertilizantes, ao desenhar o crescimento dos vegetais em tamanho anormal (Figuras 18b, 18d, 19a e 20d).

Assim, na análise do significado dos agrotóxicos na representação imagética dos alunos, a observação de construção de significados distorcidos ou errôneos nos mostra a relevância que o assunto agrotóxico representa, sendo um tema pertinente à realidade atual brasileira e por isso, muito importante para a abordagem no Ensino de Química.

Ao analisarmos “o onde?” Observamos o pertencimento territorial associado aos agrotóxicos, onde os alunos participantes deste trabalho “localizam” os agrotóxicos, perto ou distanciados deles. A maioria dos desenhos “localizou” os agrotóxicos no campo, com o plantio. Contudo, o autor da Figura 19b explicitou o caminho percorrido pelo emprego dos agrotóxicos no campo, até o mercado consumidor, estabelecendo a conexão entre plantio, uso de agrotóxicos e consumo de alimentos. Na Figura 18b, o pertencimento territorial do tema agrotóxicos se encurta, se torna mais próximo e isto pode fazer muita diferença na discussão sobre o tema.

Quanto à análise de como os agrotóxicos chegam até nós, foi possível observar nas Figuras 18a, 18b e 18d a representação da aplicação do agrotóxico por um agricultor, e na Figura 18e através da dispersão aérea, sendo esta última forma uma prática muito comum em nosso país (FERREIRA, 2015). Observa-se, além disso, a diferença quanto ao uso de equipamentos de segurança individuais entre o agricultor que aplica o agrotóxico sem proteção (Figuras 18b e 18d), e o da Figura 18e, que utiliza uma máscara protetora durante o processo. Nesse caso, o discente evidenciou a relevância de se empregar Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

A inserção da dimensão temporal nas representações dos alunos, isto é, a resposta ao “*quando?*”, foi observada nas Figuras 18a e 18c, a partir de associações distintas. Na Figura 18a, a análise temporal está centrada no ser humano e no simbolismo e acréscimo textual da sua morte associada à ingestão de alimento com agrotóxico. Na Figura 19c, a dimensão temporal está associada aos efeitos que o uso de agrotóxicos pode causar, como o mostrado, o da eutrofização.

Os resultados mostraram que os participantes da pesquisa possuem conhecimentos sobre os efeitos dos agrotóxicos no organismo humano, ao desenhar um hospital (Figura 18c e Figura 18e). Os problemas causados por agrotóxicos no Brasil preenchem uma vasta lista de agravos à saúde humana e danos ao meio ambiente. Diante da necessidade de sensibilizar e dialogar com os alunos, conforme descrito por Cavalcanti e colaboradores (2010), podemos contextualizar diversos conteúdos de química da graduação ao do ensino médio utilizando a temática agrotóxicos.

Moraes e colaboradores (2011) analisam os agrotóxicos como um tema social quando excede os limites do individual, pois o põe como um problema ambiental e de saúde pública, e recomenda sua abordagem nas aulas de química. O acesso a essas informações pode minimizar o risco de contaminação doméstica. Neste contexto, a utilização de temas sociais, como por exemplo, agrotóxicos, no Ensino da Química é um poderoso mecanismo para auxiliar no desenvolvimento da cidadania, com o incremento de valores éticos, de solidariedade e de compromisso social.

Conscientizar os alunos sobre as implicações da utilização dos agrotóxicos no solo, a partir da relação destes com conceitos de química ensinados na escola, é muito importante, tanto para estudantes de regiões agrícolas, que convivem diariamente com esse tipo de produto, quanto para o cidadão urbano, proporcionando a aproximação do Ensino de Química com as diferentes realidades que os cercam, perante as quais precisam se relacionar ou se posicionar.

6.2 ELABORAÇÃO DO PRODUTO PEDAGÓGICO

Com a identificação da lacuna existente tanto nos cursos de graduação quanto no ensino médio regular e na EJA o produto que será construído trata-se de caderno temático sobre a EA – Crítica na construção do discente para as aulas de química em formato de e-book. Este caderno foi confeccionado a partir da construção das aulas da autora deste projeto e de uma oficina ofertada no Workshop EA e o Ensino de Química. Esta oficina ocorreu no dia 14 de junho de 2019 no horário de 14:00 as 17:00 na UFRJ para os docentes de química e outras formações.

O caderno temático tem objetivo de subsidiar o trabalho pedagógico do professor de química no desenvolvimento de temas e atividades transversais e interdisciplinares, de caráter socioambiental e nas perspectivas de uma EA crítica.

Almeja-se com esse caderno temático oferecer caminhos alternativos para construção de um ensino contextualizado, transversal e reflexivo a partir de temas como sustentabilidade, agrotóxicos e EA fugindo de temas comuns como reciclagem, coleta seletiva, entre outros.

Queremos oferecer aos docentes uma reflexão socioambiental, política e cultural para temas que estão presentes no cotidiano do aluno, no entanto são pouco abordados pelos professores com um viés crítico.

Testamos o produto durante o workshop e durante as aulas da autora do projeto e percebemos a relevância desse material para o professor em sua prática docente.

É um material que tanto pode ser utilizado pelos alunos de graduação em Licenciatura em Química, quanto por professores da escola básica, nele foi incluído links com indicações de experimentos de fácil acesso, modelos lúdicos com material de baixo custo, artigos e comentários sobre o tema sustentabilidade do solo, perpassando por temas como agrotóxico, toxicologia, poluição em um contexto socioambiental.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de abstração associada a outras dificuldades inerentes ao ensino de tópicos como química orgânica tem ocasionado diversas discussões e propostas que buscam minimizar a complexidade do ensino dos conceitos envolvidos. Nessa perspectiva, diversas estratégias de ensino acessíveis ao professor e, em muitos casos, possíveis de serem aplicadas na sala de aula, têm sido recomendadas com o propósito de favorecer a compreensão mais adequada do assunto, uma dessas propostas são os modelos tridimensionais das moléculas.

Consideramos, assim, que a experiência - ação de um diálogo dinâmico e fluido sustentado pela triangulação dos temas sustentabilidade, uso do solo e Ensino de Química, auxilia na construção de saberes científicos pautados na formação de cidadãos críticos.

Os debates, as rodas de conversa, a experiência - ação na oficina e na feira de ciências ajudaram todos os envolvidos a repensarem uma EA crítica.

A Educação Ambiental necessita de atitudes reais, como por exemplo, mudança de comportamento individual ou em grupo, objetivando o bem comum para toda a sociedade, levando em consideração fatores culturais, sociais e econômicos.

A apropriação dos referenciais epistemológicos de Freire confere à educação ambiental a conotação crítica reflexiva e participativa que pode ser motivadora para a educação de jovens e adultos, ao começar as discussões na práxis metodológica a partir das vivências dos próprios alunos.

O solo como um importante recurso natural deve ter maior destaque na educação básica dadas suas múltiplas funções ecossistêmicas.

Os professores devem se ater ao fato de que o ensino dos solos também é prático, e que atividades fora da sala de aula agregam para o aprendizado do estudante e para o maior entendimento sobre a importância dos solos.

As metodologias propostas nesta dissertação rompem com o tradicionalismo do ensino, com uma postura pedagógica que reflete uma concepção de conhecimento como produção coletiva. Essa concepção de ensino permite ao aluno “testar” seu aprendizado ao longo do trabalho, ele mesmo reconstrói seus conceitos a cada etapa, além do desenvolvimento da autonomia e criatividade à medida que pesquisavam em fontes diversas, bem como o interesse em buscar respostas aos questionamentos.

8 REFERÊNCIAS

ADL, Sina; IRON, David; KOLOKOLNIKOV, Théodore. A threshold area ratio of organic to conventional agriculture causes recurrent pathogen outbreaks in organic agriculture. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 409, n. 11, p. 2192-2197, may 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.02.026>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969711001999?via%3Dihub>. Acesso em: 08 mar. 2018.

Alternativas ao uso do fogo na agricultura e as etapas para planejamento de uma queimada controlada. **Embrapa**, Roraima, 04 fev. 2015. Recursos Naturais. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2471085/alternativas-ao-uso-do-fogo-na-agricultura-e-as-etapas-para-planejamento-de-uma-queimada-controlada>. Acesso em: 20 de ago. 2019.

ALVES, José Eustáquio Diniz. A dinâmica demográfica global em uma “Terra inabitável”. **Revista Latinoamericana de Población**, [S. l.], v. 1, n. 26, p. 179-186, dez. 2019. DOI: <http://doi.org/10.31406/relap2020.v14.i1.n26>. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7410916.pdf>. Acesso em: 01 fev. 2021.

ALVES, José Eustáquio Diniz. Antropoceno e Colapso Sistêmico Global, **SCRIBD**, jun. 2020. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/467162867/Antropoceno-e-Colapso-Sistemico-Global>. Acesso em: 15 nov. 2021.

AMARAL, Anelize Queiroz; JUNIOR, Élio Jacob H.; SADRAQUE, Caetano; MIGUEL, Kassiana; LARA, Juliete Gomes. A implantação de horta orgânica como instrumento para formação de alunos participativos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL “EXPERIÊNCIAS DE AGENDA 21: OS DESAFIOS DO NOSSO TEMPO”, 2009, Paraná. **Anais [...]**. Paraná: Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2009. Disponível em: http://www.eventos.uepg.br/seminariointernacional/agenda21parana/trabalho_cientifico/TrabalhoCientifico001.pdf. Acesso em: 10 mar. 2023.

ANDRADE, Manuel Correia de. **Cidade e campo no Brasil**. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1974.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. ANVISA, 2020. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Apresentacao+-+PARA_dez_2019.pdf/6321e60d-5910-4a61-9e3d-79a2602ebafa. Acesso em: 04 nov. 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamentação**. Anvisa aprova novo marco regulatório para agrotóxicos. Brasília, DF: ANVISA, 2019.

ARCOVA, Francisco Carlos Soriano; CICCO, Valdir de. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 27, n. 56, p. 125-134, dez. 1999. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr56/cap09.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 122-134, jun. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLG4qqN9SzHjNq7Db/?format=pdf&lang=pt..> Acesso em: 08 jan. 2020.

AVENA. Daniella Tebar; FUKUSHIMA. Denilson. Educação ambiental para crianças: um relato de experiência. **FAP Ciência**, Paraná, n. 2, set. 2008. Disponível em: https://www.fap.com.br/fap-ciencia/educacao_2008/002.pdf. Acesso em: 21 nov. 2019.

BECKER, Elsbeth Léia Spode. Solo e Ensino. **Vidya**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 73-80, jul./dez. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/396/370>. Acesso em: 05 mar. 2019.

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

BOMFIM, Alexandre Maia do; PICCOLO, Fernanda Delvalhas. Educação Ambiental Crítica: para além do positivismo e aquém da metafísica. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Abrapec, 2009. p. 1-9. Disponível em: <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/753.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2021.

BRANQUINHO, Livia Alves. A prática pedagógica da educação atual. **Brasil Escola**, [s. d.]. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/amp/pedagogia/a-pratica-pedagogica-educacao-atual.htm>. Acesso em: 17 maio 2022.

BRASIL. **Agência de Defesa Agropecuária do Paraná**. Governo do Estado: [s. d.]. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Herbicidas/glyphotaltr260418.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

Brasil ainda usa agrotóxicos já proibidos em outros países. **Deutsche Welle**, [S. l.], 13 nov. 2015. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/brasil-ainda-usa-agrot%C3%B3xicos-j%C3%A1-proibidos-em-outros-pa%C3%ADses/a-18837979>. Acesso em: 16 de fev. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 15 de fev. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre Educação Ambiental. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 19 de fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=85121-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 10 abr. 2020.

SILVA, Virginia Roters da; LORENZETTI, Leonir. A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação & Pesquisa**, [S. l.], n. 46, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046222995>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/swHL9FCwBrVv8nsVJq76zRH/?lang=pt>. Acesso em: 07 abr. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasília: Diário Oficial da União, 2012. p. 70. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**, v. 2. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 04 fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Governo Federal: 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/desenvolvimento-sustentavel/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>. Acesso em: 18 fev. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21**. Brasília: MMA, 2019. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>>. Acesso em: 20 de agosto de 2019.

CACCIAMALI, Maria Cristina. As políticas ativas de mercado de trabalho no Mercosul. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 19, n. 55, p. 85-104, set. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/JyZhq8HkCsBNsNjmrJgtsvD/?lang=pt>. Acesso em: 16 nov. 2021.

CAMARGO, A. J. A. de. É possível conciliar desenvolvimento agrícola com preservação ambiental? **Infoteca Embrapa**, 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/21259/1/art-005.pdf>. Acesso em: 17 maio 2022.

CARNEIRO, Fernando F. et al. Agrotóxicos, segurança alimentar e nutricional e saúde – parte 1. In: CARNEIRO, Fernando. F. et al. **Dossiê ABRASCO: Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. p. 45-87.

CARVALHO, R.; AGGEGE, S. Reforma agrária: Levantamentos revelam que os gastos com a distribuição de terras caem a cada governo petista, enquanto a concentração se mantém como na ditadura. **Carta Capital**, [S. l.], 03 ago. 2011. Seu país. p. 22-28.

CARVALHO, Sérgio Resende. **Saúde coletiva e promoção da saúde**: sujeito e mudanças. 3. ed. São Paulo: Hucitec. 2015. Saúde em debate, São Paulo, p. 174-174. 2010. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/cid-64342>. Acesso em: 10 jan. 2022.

CAVALCANTI, Jaciene Alves; FREITAS, Juliano Carlo Rufino de; MELO, Adriana Cristina Nascimento de; FREITAS FILHO, João R. de. Agrotóxicos: uma temática para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 31-36, fev. 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/07-RSA-0309.pdf. Acesso em: 06 ago. 2019.

CHAMBERS, Robert; CONWAY, Gordon R. Sustainable Rural Livelihoods: practical concepts for the 21st century. **Institute of development studies**, [S. l.], n. 296, jan. 1992. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/248535825>. Acesso em: 08 mar. 2021.

CHASSOT, Attico Inacio. **A ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

CHASSOT, Attico Inacio. **Catalisando transformações na educação**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 1993.

CHASSOT, Attico Inacio. **Para que(m) é útil o ensino?** Canoas: Ulbra, 1995.

CHASSOT, Attico Inacio. **Alfabetização Científica**: Questões e Desafios Para a Educação. 8. ed., v. 1. Ijuí: Unijuí, 2018.

COELHO, Maurício Rizzato. et al. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. *In*: MOREIRA, Fátima M. S.; CARES, Juvenil E.; ZANETTI, Ronald; STÜRMER, Sidney L. **O ecossistema solo**: Componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras: Editora UFLA, 2013. p. 45-62. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/41576?mode=simple>. Acesso em: 12 fev. 2022.

COSTA, César Augusto; LOUREIRO, Carlos Frederico. A interdisciplinaridade em Paulo Freire: aproximações político-pedagógicas para a educação ambiental crítica. **Katálysis**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 111-121, jan. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-49802017.00100013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rk/a/5d4vHvd6QcrMYyPZNqMmfCr/?lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2022.

CRESTANI, Eva Rita M. F.; KLEIN, Carine; LOCATELLI, Aline. Representação de moléculas com balinhas de goma e o ensino de geometria molecular. *In*: MOSTRA GAÚCHA DE VALIDAÇÃO DE PRODUTOS EDUCACIONAIS, 2., 2016, Passo Fundo. **Anais [...]**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2016. Disponível em: <http://mostragaucha.upf.br/download/artigos-2016/representacao-de-moleculas-com-balinhas-de-goma-e-o-ensino-de-geometria-molecular.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2021.

CRIBB, Sandra Lucia de Souza Pinto. Contribuições da educação ambiental e horta escolar na promoção de melhorias ao ensino, à saúde e ao ambiente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, [S. l.],

v. 3, n. 1, p. 42-60, abr. 2010. DOI: <https://doi.org/10.22409/resa2010.v3i1.a21103>. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosauambiente/article/view/21103>. Acesso em: 18 fev. 2020.

Crise reduziu ritmo da queda da desigualdade diz IPEA. **O Globo**, [S, l.], 05 out. 2010. Economia. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/crise-reduziu-ritmo-da-queda-da-desigualdade-diz-ipea-2943050>. Acesso em: 20 jul. 2018.

CRUZ, Elisabete; COSTA, Fernando Albuquerque. Formas e manifestações da transdisciplinaridade na produção científico-acadêmica em Portugal. **Revista Brasileira de Educação**, v. 20, n. 60, p. 195-213, jan. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782015206010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/dPXxL5kJvWDvXmRrMD4vKxz/?lang=pt>. Acesso em: 08 abr. 2021.

FERNANDES, George Pimentel; MELO, Nyrreyne Dias Pereira de. O conhecimento do trabalhador rural acerca do solo e das plantações, no sul do Ceará. **Brazilian Journal of Animal Environmental Research**, v. 3, n. 4, p. 2853-2859, out./dez. 2020. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n4-008>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/17678/14345>.

DIAS, Denise Oliveira; OLIVEIRA, Hamilton Afonso de. Dilemas entre o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável no cerrado: necessidade da educação para a sustentabilidade. *In*: SEMINÁRIO DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO, ENSINO E EXTENSÃO DO CÂMPUS ANÁPOLIS DO CSEH (SEPE), 3., 2017, Anápolis. **Anais [...]**. Anápolis: 2017. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/sepe/article/view/9078>. Acesso em: 09 mar. 2022.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. *In*: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, SSSA, v. 35, p. 1-20, 1994.

ELIA, Marcos da Fonseca; SAMPAIO, Fábio Ferrentini. Plataforma Interativa para Internet: Uma proposta de Pesquisa-Ação a Distância para professores. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO (SBIE), 12., 2001, Espírito Santo. **Anais [...]**. Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo, 2001. p. 102-109. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277102863_Plataforma_Interativa_para_Internet_PI_I_Uma_Proposta_de_Pesquisa-Acao_a_Distancia_para_Professores. Acesso em: 16 jul. 2020.

MORAES, Maria do Carmo Santos; CASTRO, Bruna Jamila de. O Ensino de Química e a EJA: uma investigação de artigos publicados em periódicos de Ensino de Ciências. *In*: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (SSAPEC), 1., 2020, [Cerro Largo]. **Anais [...]**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2020. p. 1-6. Disponível em: <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SSAPEC/article/view/14646>. Acesso em: 26 jun. 2022.

MILARÉ, Tathiane; RICETTIL, Graziela Piccoli. Alfabetização Científica no Ensino de Química: um olhar sobre os temas sociais. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE

QUÍMICA (ENEQ), 14., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0816-2.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2022.

FERREIRA, Maria Leonor Paes Cavalcanti. A pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. **Revista de Direito Sanitário**, [S. l], v. 15, n. 3, p. 18-45, abr. 2015. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9044.v15i3p18-45>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdisan/article/view/97324>. Acesso em: 02 dez. 2018.

FLÔR, Cristhiane Cunha. **Na busca de ler para ser em aulas de Química**. Ijuí: Unijuí, 2015.

FREIRE, Paulo. **Ação cultural para a liberdade e outros escritos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. São Paulo: Autores Associados; Cortez, 1988.

FREIRE, Paulo. **Cartas à Guiné-Bissau: Registros de uma experiência em processo**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: Teoria e Prática da Libertação**. Uma introdução ao pensamento de Paulo Freire. 3. ed. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/otp/livros/educacao_pratica_liberdade.pdf. Acesso em: 15 mar. 2023.

FREIRE, Paulo. **Educação e mudança**. 30. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 23. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAS, Helena Costa Lopes de. A (nova) política de formação de professores: a prioridade postergada. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 28, n. 100 – Especial, p. 1203-1230, out. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/tYqzhTX8hPZ65g5z3zvSwWG/?format=pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

FREITAS, Luiz Carlos de. Os reformadores empresariais da educação: da desmoralização do magistério à destruição do sistema público de educação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 33, n. 119, p. 379-404, abr./jun. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302012000200004>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/PMP4Lw4BRRX4k8q9W7xKxVy/?lang=pt>. Acesso em: 05 mar. 2022.

GADOTTI, Moacir. **Educar para a sustentabilidade**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2008.

GARCIA, Renata Monteiro; SILVA Marluce Pereira da (org.). **EJA, Diversidade e Inclusão: reflexões (im)pertinentes**. João Pessoa: Editora UFPB, 2018. *E-book*. Disponível em: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/download/139/57/557-1?inline=1>. Acesso em: 10 jul. 2021.

GEPEQ/IQ/USP. Experiências sobre solos. **Química Nova na Escola**, [S. l.], n. 8, p. 39-41, nov. 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc08/exper2.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.

GERPE, Rosana Lima; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; MIRANDA, Jussara Lopes de. Agrotóxicos como tema gerador no processo de aprendizagem de química. *In: OLIVEIRA, Guilherme Cordeiro da Graça de. Meio Ambiente e Contextualização*. Rio de Janeiro: Instituto de Química da UFRJ, 2021. p. 89-125. Disponível em: <https://pequiufjrj.files.wordpress.com/2021/09/eqrvol5.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2022.

GERPE, Rosana Lima; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; MIRANDA, Jussara Lopes de. Agrotóxicos no cotidiano de sala de aula: estudo da representação imagética no ensino de química. *In: WORKSHOP EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O ENSINO DE QUÍMICA (WEAQ)*, 1., 2019, Rio de Janeiro. **Workshop [...]**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019a.

GERPE, Rosana Lima; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; MIRANDA, Jussara Lopes de. Investigações iniciais sobre a percepção da sustentabilidade do uso do solo no ensino de química e biologia. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ENPEC, 2019b.

GERPE, Rosana Lima; TAMIASSO-MARTINHON, Priscila; MIRANDA, Jussara Lopes de. O veneno está na mesa: uma temática para o ensino de química e biologia. *In: JORNADA REGIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA DO RIO DE JANEIRO*, 1., 2018, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: REQ, 2018.

GLIESSMAN, Stephen Richard. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2000.

GONZALES, Amelia. Projeto de Lei sobre agrotóxicos, o 'PL do veneno' põe o lucro acima da saúde das pessoas. **G1**, [S. l.], 30 maio 2018. Natureza. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/blog/nova-etica-social/post/projeto-de-lei-sobre-agrotoxicos-o-pl-do-veneno-poe-o-lucro-acima-da-saude-das-pessoas.ghtml>. Acesso em: 21 ago. 2019.

HAMELAK, Maria Clara Silva. **Agroecologia no semiárido**: experiências e proposta de sistema agroflorestal agroecológico para regiões de caatinga no Ceará. 2021. 211 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/60176>. Acesso em 11 ago. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro 2017**. IBGE, 2019. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/>. Acesso em 18 dez. 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Agrotóxicos no Brasil**: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória. IPEA, 2019. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9371/1/td_2506.pdf. Acesso em 18 dez. 2019.

JACOBI, Pedro. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, [S. l.], n. 118, p. 189-205, mar. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/kJbkFbyJtmCrfTmfHxktgnt/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 05 mar. 2018.

JACOBI, Pedro. **Políticas sociais e ampliação da cidadania**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2000.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; FERLA, Marcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – Exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Mudi**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/19993/10846>. Acesso em: 08 mar. 2021.

LEAL FILHO, Evaldo; CARVALHO, Francisco Mizael; SILVA, Francisco Fabricio da; VIEIRA FILHO, Francílio. Uma análise da feira de ciências como metodologia do ensino de física do colégio marcos parente em picos-pi. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 3., 2016, Natal. **Anais [...]**. Natal: Centro de Convenções de Natal, 2016. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHO_EV056_MD4_SA18_ID12860_17082016205458.pdf. Acesso em: 10 nov. 2021.

LIMA FILHO, Francisco; CUNHA, Francisco; CARVALHO, Flavio; SOARES, Maria de Fátima. A importância do uso de recursos didáticos alternativos no Ensino de Química: uma abordagem sobre novas metodologias. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 166-173, out. 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4272>. Acesso em: 08 mar. 2021.

LIMA, Gustavo da Costa. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. jul./dez. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2003000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/6Fw8F3nQ98FjHhD6DmnsR7f/?lang=pt#>. Acesso em: 09 mar. 2021.

LIMA, Sandra Kitakawa et al. **Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil**. Brasília: Rio de Janeiro, 2017. *E-book*. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9678/1/TD_2538.pdf. Acesso em: 22 mar. 2022.

LOPES, Bianca Santos da Silva. **A nova cara da EJA: O aumento de matrículas de adolescentes e jovens na modalidade de ensino de jovens e adultos**. 2017. 55 f. Monografia (Licenciatura em Pedagogia) – Faculdade de Educação, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/12461/1/BLopes.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2020.

LONDRES, Flávia. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. 2. ed. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Justiça Ambiental; Articulação Nacional de Agroecologia, 2012.

LOUREIRO, Carlos Frederico. Alguns apontamentos sobre a educação ambiental no Brasil. *In: OLIVEIRA, Guilherme Loureiro da Graça; MIRANDA, Jussara Lopes de; MOREIRA, Leonardo Maciel; SANTOS, Paula Macedo Lessa dos. Ensino de Química em Revista: o papel social do ensino de química*. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Química, 2017. p. 13-28. Disponível em: <https://pequiufrj.wordpress.com/publicacoes/ensino-de-quimica-em-revista-vol-2/>. Acesso em: 12 ago. 2021.

KEMMIS, Stephen; MC TAGGART, Robin. **The action research planner**. 3th ed. Geelong: Deakin University Press, 1988.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Trajatória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MACHADO, Maria Margarida. A educação de jovens e adultos: após 20 anos da Lei nº 9.394, de 1996. **Retratos da Escola**, Brasília, v. 10, n. 19, p. 429-451, jul./dez. 2016. Disponível em: https://ei-ie-al.org/sites/default/files/docs/retratos_da_escola_19_2016.pdf. Acesso em: 08 mar. 2022.

MANCUSO, R. Feiras de Ciências, das escolares às nacionais: conflitos e sucessos. *In: REUNIÃO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA*, 2., 2006, Porto Alegre. **Anais [...]**. Porto Alegre: SBPC/RS, 2006. 1 CD- ROM.

MARTINS, Andréa Barbosa; MARIA, Luiz Claudio de Santa; AGUIAR, Mônica R. Marques Palermo de. As drogas no ensino de química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 18, p. 18-21, nov. 2003. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc18/A04.PDF>. Acesso em: 08 mar. 2020.

MARTINS, I.; CASSAB, M.; ROCHA, M. B. Análise do processo de re-elaboração discursiva de um texto de divulgação científica para um texto didático. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC)*, 3., 2001, Atibaia. **Anais [...]**. Atibaia, 2001. CD-ROM. Acesso em: 08 nov. 2018.

MEDINA, Nana Mininni. A formação dos professores em Educação Ambiental. *In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Panorama da educação ambiental no ensino fundamental*. Brasília, 2001. p. 17-24. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/panorama.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2019.

MORAES, Priscila Cardoso; TRAJANO, Silvia Cristina de Souza; MAFFRA, Stella Maria; MESSEDER, Jorge Cardoso. Abordando agrotóxico no ensino de química: uma revisão. **Revista Ciências & Ideias**, v. 3, n. 1, p. 1-15, abr. 2011. Disponível em: <http://200.20.221.199/index.php/reci/issue/view/7>. Acesso em: 03 set. 2020.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Rodas em rede: formação de professores numa perspectiva sociocultural. **Colegiado de Química**, [Pelotas], ago. 2011. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/colegiadoquimica/files/2011/08/TextoA.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2022.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução: Eloá Jacobina, 21. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

MORIN, Edgar. **Educar na era planetária**: o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo e incerteza. São Paulo: Cortez, 2003.

MORIN, Edgar. Epistemologia da complexidade. In: SCHNITMAN, Dora Fried. (org.). **Novos paradigmas, cultura e subjetividade**. Porto Alegre: Artmed, 1996. p. 189-220.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MORIN, Edgar. **O paradigma perdido**: a natureza humana. 6. ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1999.

MORIN, Edgar. **O problema epistemológico da complexidade**. 3. ed. Mira-Sintra: Publicações Europa-América, 2002.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MOZETO, Antonio A.; JARDIM, Wilson de F. A química ambiental no Brasil. **Química Nova**, [S. l.], v. 25, suppl 1, p. 7-11, maio 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800002>. Disponível: <https://www.scielo.br/j/qn/a/yZ98nTzs8ZdC6wGzVbLfxF/?lang=pt>. Acesso em: 05 maio 2020.

MUGGLER, Cristine Carole; SOBRINHO, Fábio de Araújo Pinto; MACHADO, Vinícius Azevedo. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 733-740, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000400014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/Nm8pcwCzY4dh87dzkzQKQ9z/?lang=pt>. Acesso em: 08 mar. 2022.

NARDI, Roberto. **Questões atuais no ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2008.

NICODEMOS, Alessandra; SERRA, Enio. Qual currículo para qual EJA? Algumas considerações sobre as políticas curriculares nacionais em 20 anos de DCN-EJA (2000-2020).

e-Mosaicos: Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), [S. l.], v. 10, n. 24, p. 180-195, maio/ago. 2021. DOI: <https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2021.58190>.

Disponível em:

<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/e-mosaicos/article/view/58190/39292>. Acesso em: 06 mar. 2022.

NICODEMOS, Alessandra; SERRA, Enio. Educação de Jovens e Adultos em contexto pandêmico: entre o remoto e a invisibilidade nas políticas curriculares. **Currículo sem Fronteiras**, [S. l.], v. 20, n. 3, p. 871-892, set./dez. 2020. DOI:

<http://dx.doi.org/10.35786/1645-1384.v20.n3.14>. Disponível em:

<https://www.curriculosemfronteiras.org/vol20iss3articles/nicodemus-serra.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2022.

NOVAES, Beto. Nuvens de veneno – Trailer. Videosaúde Distribuidora Da Fiocruz, 2013.

Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=ixaOgvMg4sU&t=2s&ab_channel=VideoSa%C3%BAdeDistribuidoradaFiocruz. Acesso em: 29 jul. 2020.

Número de queimadas nos dois primeiros meses de 2020 é maior que os últimos 3 anos. **G1**, [Amazonas], 04 mar. 2020. Amazonas. Disponível em:

<https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2020/03/04/numero-de-queimadas-nos-dois-primeiros-meses-de-2020-e-maior-dos-ultimos-3-anos.ghtml>. Acesso em: 18 de fev. 2021.

NUNES, Ramom R.; BENETTI, Fernanda; PIGATIN, Livia. B. F.; MARTELLI, Lílian F. A.; REZENDE, Maria Olímpia O. Experimentos em Química do Solo: Uma Abordagem Interdisciplinar no Ensino Superior. **Revista Virtual de Química**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 478-493, fev. 2014. Disponível em: https://rvq.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=323. Acesso em: 02 maio 2019.

OLIVEIRA, Benone Otávio Souza de; TUCCI, Carlos Alberto Franco; NEVES JÚNIOR, Afrânio Ferreira; SANTOS, Aldeci de Almeida. Avaliação dos solos e das águas nas áreas de influência de disposição de resíduos sólidos urbanos de Humaitá, Amazonas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 593-601, jul./set. 2016. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S1413-41522016133274>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/esa/a/XLdpSSxpXLFyZmBVHnz3F4S/?lang=pt>. Acesso em: 14 jan. 2020.

OLIVEIRA, Junimar José Américo de. Solos e processos erosivos na geografia escolar brasileira. **Desafios – Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [S. l.], v. 7, n. 1, p.78-87, mar. 2020. DOI: <https://doi.org/10.20873/uftv7-6362>. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/6362>. Acesso em: 03 mar. 2021.

OLIVEIRA, Paulo. C. C.; LEITE, Marcos, Ap. P. Espectrofotometria no Ensino Médio: Construção de Um Fotômetro de Baixo Custo e fácil Aquisição. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 181-184, maio 2016. DOI:

<http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160024>. Disponível em :

http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc38_2/13-EEQ-58-14.pdf. Acesso em: 10 nov. 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Agenda 2023 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015b. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 09 de set. 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015a. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/70856-conhe%C3%A7a-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel-da-onu>. Acesso em: 09 de set. 2019.

PEREIRA JÚNIOR, S. F.; GOMES, D. A.; SOUZA, L. M. de; ANDRADE, C. C.; OLIVEIRA, G. F. Aplicação do modelo didático na compreensão do conteúdo: Morfologia Viral. *In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (JEPEX)*, 10., 2010, Recife. **Anais [...]**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2010. Disponível em: www.sigeventos.com.br/jepex/inscricao/resumos/0001/R0155-1.PDF. Acesso em: 10 fev. 2016.

PERES, Frederico; ROZEMBERG, Brani; LUCCA, Sérgio Roberto de. Percepção de riscos no trabalho rural em uma região agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: agrotóxicos, saúde e ambiente. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1836-1844, dez. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000600033>. Acesso em: 01 set. 2020.

EMBRAPA. **Propriedades do solo**, Rio de Janeiro, [s. d]. Embrapa Solos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/propriedades-do-solo>. Acesso em: 19 nov. 2022.

REGO, P. G. A sustentabilidade do plantio direto. *In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE*, 3., 1993, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: Instituto Agrônômico do Paraná, 1993. p.89-100.

ROBINSON, John B. et al. Defining a sustainable society: values, principles and definitions. **Alternatives: perspectives, technology and environment**, [S. l.], v. 17, n. 2. p. 36-46, jan. 1990. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236686307_Defining_A_Sustainable_Society_Values_Principles_and_Definitions. Acesso em: 05 mar. 2022.

RUELLAN, A. **Pedologia e desenvolvimento**: a ciência do solo a serviço do desenvolvimento. *In: MONIZ, A. C.; FURLANI, A. M. C.; FURLANI, P. R.; FREITAS, S. S. (ed.). A responsabilidade social da ciência do solo*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1988. p. 69-74.

SANTOS, Celênia Pereira dos; REIS, Iêda Nunes dos; MOREIRA, José Eduardo Borges; BRASILEIRO, Lilian Borges. Papel: como se fabrica? **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 14, p. 3-7, abr. 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a01.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2021.

SANTOS, Ederson Miranda dos. **Educação Ambiental no Ensino de Química**: propostas curriculares brasileiras, 2012. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Biociências de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90214>. Acesso em: 23 nov. 2019.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. Os agrotóxicos e nossa saúde. **Mundo Educação**, [entre 2000 e 2018]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/saude-bem-estar/os-agrotoxicos-nossa-saude.htm>. Acesso em: 10 dez. 2020.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, [S. l.], v. 12, n. 36, p. 474-492, dez. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?lang=pt>. Acesso em 27 fev. 2022.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; MACHADO, Patrícia F. L.; MATSUNAGA, Roseli T.; SILVA, Elton L.; VASCONCELLOS, Erlete S.; SANTANA, Valéria R. Práticas de educação ambiental em aulas de química em uma visão socioambiental: perspectivas e desafios. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 7, p. 260-270, jan. 2010. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/920/92013009009.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, dez. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfp5jqRL/?lang=pt>. Acesso em: 06 fev. 2022.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função Social: o que significa ensino de química para formar cidadão? **Química Nova na Escola**, [S. l.], n. 4, p. 28-34, nov. 1996. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/pesquisa.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2021.

SILVA, Erivanildo Lopes da. **Contextualização no Ensino de Química**: ideias e proposições de um grupo de professores. 2007. 143 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/marco2012/quimica_artigos/context_ens_quim_dissert.pdf. Acesso em 13 jul. 2021.

SILVA, Henrique César da; ALMEIDA, Maria José P. M. de. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 155-179, 2005. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART8_Vol4_N3.pdf. Acesso em: 08 mar. 2021.

SILVA, N. C.; ALMEIDA, A. C. B.; BRITO, A. C. F. Dificuldade em aprender Química: uma questão a ser abordada no processo de ensino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA (CBQ), 51., 2011, São Luís. **Congresso [...]**. São Luís: Centro de Convenções

Pedro Neiva de Santana, 2011. Disponível em:
<http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/6/6-265-11151.htm>. Acesso em: 12 ago. 2020.

SILVA, Rejane Maria Ghisolfi da; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Concepções e ações de formadores de professores de Química sobre o estágio supervisionado: propostas brasileiras e portuguesas. **Química Nova**, [S. l.], v. 31, n. 8, p. 2174-2183, nov. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000800045>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/jQHTPGGjNZYjXLvty4sPF6P/?lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 2020.

SILVA, Rejane Maria Ghisolfi da; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Constituição de professores universitários de disciplinas sobre ensino de Química. **Química Nova**, [S. l.], v. 28, n. 6, p. 1123-1133, dez. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000600030>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/MLNMt9fmmfPLzPGfVC97vXN/?lang=pt>. Acesso em: 05 ago. 2020.

SILVA, Thamires Olimpia. Impactos ambientais causados pelo agronegócio no Brasil. **Brasil Escola**, [s. d.]. Disponível em:
<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/impactos-ambientais-causados-pelo-agronegocio-no-brasil.htm>. Acesso em 17 de maio de 2022.

SOUSA, Bárbara Lethicya Silva; CANTANHEDE, Severina Coelho Silva; CANTANHEDE Leonardo Baltazar; SOUSA Diana Araujo de. Texto de divulgação científica: uma possibilidade para discussão do conteúdo polímeros no ensino médio. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, e22070, 2022. Disponível em: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/437/4373710016/movil/>. Acesso em: 23 dez. 2023.

SCHÖN, Donald A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Traduzido por Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SOARES, Stela de Almeida; VINHOLI JÚNIOR, Airton José. Agrotóxicos: uma proposta interdisciplinar no Ensino Médio em uma escola do campo no distrito de Ipezal/MS. **Itinerarius Reflectionis**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 01-23, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5216/rir.v14i1.47377>. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/rir/article/view/47377>. Acesso em: 25 mar. 2020.

SOARES, Wagner Lopes. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente**: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura. 2010. 150 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca (Fiocruz), Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: https://bvssp.icict.fiocruz.br/pdf/25520_tese_wagner_25_03.pdf. Acesso em: 10 ago. 2019.

SORRENTINO, Marcos, TRAJBER, Rachel, MENDONÇA, Patrícia, FERRARO JUNIOR, Luiz Antonio. Educação ambiental como política pública. **Educação Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, maio/ago. 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/WMXXtTbHxzVcgFmRybWtKrr/?format=pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

SOUZA, Jaqueline Souza de. **A sustentabilidade nos planos de desenvolvimento institucional de instituições de ensino superior**: teoria e prática em um estudo de caso,

2019. 172 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Pampa, Santana do Livramento, 2019. Disponível em:
<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/3954/1/Jaqueline%20Souza%20de%20Souza%20-%202019.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2021.

SOUZA, Nali de Jesus. **Desenvolvimento Econômico**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

STEFFEN, WILL, et al. Trajectories of the Earth System in the Anthropocene, **PNAS**, [S. l.], v. 115, n. 33, p. 8252-8259, aug. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1810141115>. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.1810141115>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SUSMAN, Gerald I.; EVERED, Roger D. An assessment of the scientific merits of action research. **Administrative Sciences Quarterly**, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 582-603, dez. 1978. DOI: <https://doi.org/10.2307/2392581>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2392581?origin=crossref>. Acesso em: 28 mar. 2019.

TELLES, Marcelo de Queiroz. **Vivências integradas com o meio ambiente**. 1. ed. São Paulo: Sá Editora, 2002.

TENDLER, Silvio. **O Veneno está na mesa II**. CALIBAN | cinema e conteúdo, 2014. Disponível em:
https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4&t=12s&ab_channel=CALIBANcinemaconte%C3%BAdo. Acesso em: 18 jun. 2021.

TERRAZZAN, Eduardo Adolfo; GABANA, Marciela. Um estudo sobre o uso de atividade didática com texto de divulgação científica em aulas de física. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 4., 2003, Santa Maria. **Anais [...]**. Santa Maria, 2003. p. 1-11. Disponível em:
<https://fep.if.usp.br/~profis/arquivo/encontros/enpec/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL172.pdf>. Acesso em: 10 out. 2020.

TSCHARNTKE, Teja, et al. Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. **Biological Conservation**, Amsterdam, v. 151, n. 1, p. 53-59, jul. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2012.01.068>. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320712000821?via%3Dihub>. Acesso em: 03 dez. 2018.

UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. **La educación ambiental** – Las grandes orientaciones de la Conferencia de Tbilisi. Place de Fontenoy, Paris, 1980. Disponível em:
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000038550_spa. Acesso em: 30 out. 2020.

VARGAS, Daiane Loreto; FONTOURA, Andréia Furtado; WIZNIEWSKY, José Geraldo. Agroecologia: base da sustentabilidade dos agroecossistemas. **Geografia Ensino & Pesquisa**, [S. l.], v. 17, n. 1 p. 173-180, jan./abr. 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/223649948748>. Disponível: <https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/8748>. Acesso em: 05 abr. 2020.

VEZZANI, Fabiane Machado; MIELNICZUK, João. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], v. 33, n. 4, p. 743-755, jul. 2009. DOI:

<https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000400001>. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbcs/a/rSb9bsbsgjBqw4t9b9jrDBC/?lang=pt>. Acesso em: 09 set. 2022.

WAQUIL, José M. Manejo integrado de pragas: revisão histórica e perspectivas. *In*: EMBRAPA MILHO E SORGO, 2002, Sete Lagoas, MG. **Palestra** [...]. Sete Lagoas, Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/34902/1/Palestra-Manejo-integrado.pdf>. Acesso em 04 de abril de 2020.

Why climate change is an irrelevance, economic growth is a myth and sustainability is forty years too late. **Global Comment**, [S. l.], 20 nov. 2019. Disponível em:
<http://globalcomment.com/why-climate-change-is-an-irrelevance-economic-growth-is-a-myth-and-sustainability-is-forty-years-too-late/>. Acesso em: 19 mar. 2020.

ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloisio. **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007. *E-book*.