

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

**PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS POR AGROTÓXICOS: A
METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A INVESTIGAÇÃO
CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Porto Alegre

2020

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

**PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS POR AGROTÓXICOS: A
METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A INVESTIGAÇÃO
CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde do Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado
Co-orientadora: Prof. Dra. Camila Greff Passos

Porto Alegre

2020

CIP - Catalogação na Publicação

Ribeiro, Daniel das Chagas de Azevedo

Problemas ambientais causados por agrotóxicos: a metodologia da resolução de problemas e a investigação científica na educação básica / Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro. -- 2020.

321 f.

Orientadora: Tania Denise Miskinis Salgado.

Coorientadora: Camila Greff Passos.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Resolução de Problemas. 2. Agrotóxicos. 3. Interdisciplinaridade. 4. Educação Ambiental Crítica. 5. Tipologias de Aprendizagem. I. Salgado, Tania Denise Miskinis, orient. II. Passos, Camila Greff, coorient. III. Título.

À minha família, aos meus amigos, às minhas orientadoras e amigas, aos meus educadores e aos meus colegas professores, verdadeiros alicerces da educação e transformadores do mundo.

Nenhum conhecimento está acabado, ele está sempre em construção e/ou aperfeiçoamento.

O AUTOR.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1

Figura 1: Ciclo de agrotóxicos no ambiente – ilustração geral	16
Figura 2: Contribuição para a evolução do conhecimento científico na área da educação em Ciências	23
Gráfico 1: Resíduos de agrotóxicos em alimentos	17

Capítulo 2

Figura 3: Desenvolvimento das pesquisas, aplicando a metodologia da RP com os alunos da EB	38
Figura 4: Proposta pedagógica, técnicas de coleta de dados e técnicas de análise de dados	39
Figura 5: Etapas básicas da análise do conteúdo	40
Figura 6: Categorias criadas a posteriori emergindo a partir de cada intervenção pedagógica	42
Quadro 1: Tópicos abordados em cada problema sobre a temática ambiental agrotóxicos	33
Quadro 2: Tempo previsto para cada momento das pesquisas	34
Quadro 3: Tempo de cada momento das pesquisas realizadas com os alunos da EB	36
Quadro 4: Organização dos grupos para as resoluções dos problemas	37

Capítulo 3

Gráfico 2: Sujeitos da pesquisa e/ou tipo da pesquisa nos ENPECs (2011 a 2017) sobre RP	52
Gráfico 3: Instrumentos de coleta de dados dos trabalhos analisados	57
Quadro 5: Trabalhos acadêmicos publicados nos ENPECs (2011 a 2017) sobre RP	51
Quadro 6: Trabalhos publicados nos ENPECs (2011 a 2017) que tratam da metodologia da RP em pesquisas realizadas com estudantes da EB	53
Quadro 7: Componente curricular, conteúdos e contextos dos trabalhos analisados	54
Quadro 8: Origem geográfica dos pesquisadores nos trabalhos analisados	57

Capítulo 4

Quadro 9: Periódicos pesquisados e totais de artigos encontrados (2009-2019)	71
Quadro 10: Artigos encontrados em cada periódico	71
Quadro 11: Artigos que relacionaram a temática agrotóxicos com a RP	73
Quadro 12: Origem geográfica dos pesquisadores e IES nos artigos analisados	74
Quadro 13: Objeto de estudo das pesquisas descritas nos artigos analisados	75
Quadro 14: Metodologias, instrumentos de coleta de dados e técnicas de análise	75
Quadro 15: Relação da temática agrotóxicos com metodologias que utilizaram a RP	78
Quadro 16: Resultados sobre a temática agrotóxicos e a RP	85

Capítulo 5

Figura 7: Grau de concordância dos alunos em relação às afirmações apresentadas nos itens que vão de 1 a 7 (Apêndice B)	104
Gráfico 4. Opiniões dos alunos sobre os problemas proposto	106
Gráfico 5. Opiniões dos alunos quanto ao trabalho através da MRP	107
Gráfico 6. Opiniões dos alunos sobre sua conduta na aula sobre MRP	107
Quadro 17. Sequência didática	97
Quadro 18. Problemas formulados sobre Agrotóxicos para trabalhar com o EF	98

Capítulo 6

Figura 8: Cartaz confeccionado pelo grupo 4	125
Figura 9: Grau de concordância dos alunos em relação às afirmações apresentadas nos itens que vão de 1 a 7 (Apêndice B)	128
Quadro 19. Sequência didática	118

Capítulo 7

Figura 10: Grau de concordância dos alunos em relação às afirmações apresentadas nos itens que vão de 1 a 7 (Apêndice B)	148
Gráfico 7: Opiniões dos alunos sobre os problemas propostos	150
Gráfico 8: Opiniões dos alunos quanto às apresentações e relatório escrito	150
Gráfico 9: Opiniões dos alunos quanto às estratégias adotadas pelo grupo	150
Gráfico 10: Opiniões dos alunos quanto ao trabalho através da RP	151
Gráfico 11: Opiniões dos alunos a respeito de sua conduta na aula sobre RP	151
Quadro 20: Problemas formulados para trabalhar com a EJA	142

Capítulo 8

Gráfico 12: Grau de concordância dos alunos quanto às atividades da metodologia da RP	171
---	-----

Capítulo 9

Figura 11: Primeiro problema com as características de um Problema Eficaz	188
Figura 12: Segundo problema com as características de um Problema Eficaz	190
Figura 13: Terceiro problema com as características de um Problema Eficaz	192

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRASCO: Associação Brasileira de Saúde Coletiva

ABP: Aprendizado Baseado em Problemas

CN: Ciências da Natureza

CTS: Ciência-Tecnologia-Sociedade

DDT: Diclorodifeniltricloroetano

EA: Educação Ambiental

EB: Educação Básica

EF: Ensino Fundamental Regular

EM: Ensino Médio Regular

EM/EJA: Ensino Médio modalidade da Educação dos Jovens e Adultos

EJA: Educação dos Jovens e Adultos

EPIs: Equipamentos de Proteção Individual.

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IES: Instituições de Ensino Superior

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

LD: Livro Didático

MRP: Metodologia da Resolução de Problemas

PARA: Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos

PBL: Problem Based Learning.

PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD: Plano Nacional do Livro Didático

RP: Resolução de Problemas

TQ: Curso Técnico em Química

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Esta tese apresenta os resultados de uma investigação realizada com alunos de diferentes níveis e modalidades da Educação Básica (EB), em três instituições estaduais públicas da cidade de Porto Alegre/RS, utilizando a metodologia da Resolução de Problemas (RP) para contextualizar a temática ambiental agrotóxicos. A investigação procurou responder à seguinte pergunta: De que modo a sequência pedagógica aplicada, baseada na RP, contribui para o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar, bem como para a autonomia dos alunos da EB? O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar as formas de contribuição da sequência pedagógica aplicada, baseada na RP, para o desenvolvimento, nos alunos da EB, da autonomia e dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar. Os dados de pesquisa foram obtidos por meio de questionários, diários de campo, gravações de áudio e produções escritas dos alunos, para posteriormente serem analisados qualitativamente por meio da Análise de Conteúdo. As análises foram embasadas nas contribuições teóricas de autores como Frederico Peres da Costa e Josino Costa Moreira sobre Agrotóxicos; Olga Pombo e Hilton Japiassu referentes à interdisciplinaridade; Marília Freitas de Campos Tozoni-Reis e Mauro Guimarães acerca da Educação Ambiental Crítica; Antoni Zabala sobre as tipologias de aprendizagem; Paulo Freire a respeito da autonomia; María Del Puy Pérez Echeverría e Juan Ignacio Pozo referentes aos aspectos pedagógicos da Resolução de Problemas e Larry Laudan referentes aos aspectos epistemológicos da Resolução de Problemas. Os alunos vivenciaram a Resolução de Problemas a partir de uma visão abrangente sobre questões relativas à Educação Ambiental, Resolução de Problemas e Ensino de Ciências/Química, sendo essas questões trabalhadas durante as aulas. Dessa forma, para propiciar a contextualização dos conteúdos químicos trabalhados, criamos problemas para serem resolvidos pelos educandos. A análise dos resultados produziu argumentos que sustentam a tese de que a metodologia da Resolução de Problemas, trabalhada com os princípios e fundamentos da interdisciplinaridade e da Educação Ambiental Crítica, foi capaz de desenvolver, nos estudantes da Educação Básica, a autonomia e os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais referentes aos problemas ambientais e à tomada de consciência a respeito da utilização dos agrotóxicos.

Palavras-chave: Resolução de problemas, agrotóxicos, interdisciplinaridade, educação ambiental crítica, tipologias de aprendizagem, autonomia.

ABSTRACT

This thesis presents the results of an investigation carried out with students of different levels and modalities of Basic Education (BE), in three state-run public schools in the city of Porto Alegre, in the south of Brazil, using the Problem Solving (PS) methodology to contextualize the pesticide environmental theme. The research question was: How does the teaching-learning sequence, based on PS, contribute to the development of conceptual, procedural and attitudinal knowledge, related to the risks that pesticides can cause, as well as to the autonomy of BE students? The main objective of this research was to evaluate the contributions of the teaching learning sequences, based on the PR, for the development of conceptual, procedural and attitudinal knowledge related to the risks that pesticides can cause, as well as for the autonomy of BE students. The research data were obtained through questionnaires, field diaries, audio recordings and the students' reports, and were later analyzed by the qualitative method of Content Analysis. The analyzes were based on the theoretical contributions of authors such as Frederico Peres da Costa and Josino Costa Moreira on pesticides; Olga Pombo and Hilton Japiassu regarding interdisciplinarity; Marília Freitas de Campos Tozoni-Reis and Mauro Guimarães about critical environmental education; Antoni Zabala on learning typologies; Paulo Freire regarding autonomy; María Del Puy Pérez Echeverría, and Juan Ignacio Pozo regarding the pedagogical aspects of Problem Solving; and Larry Laudan regarding the epistemological aspects of Problem Solving. The students experienced Problem Solving from a comprehensive view of issues related to environmental education, Problem Solving and science/chemistry teaching, which were worked on during class. In order to contextualize the chosen chemistry subjects, we created problems for the students to solve. The analysis of the results supports the thesis that the Problem-Solving methodology, used with the principles and foundations of interdisciplinarity and critical environmental education, enabled the development, in Basic Education students, of autonomy and the conceptual, procedural and attitudinal knowledge regarding environmental problems and raising awareness about the use of pesticides.

Keywords: Problem solving, pesticides, interdisciplinarity, critical environmental education, learning typologies, autonomy.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	13
1 INTRODUÇÃO	14
1.1 REFERÊNCIAS	26
CAPÍTULO 2	29
2 CAMINHOS METODOLÓGICOS	30
2.1 FUNDAMENTAÇÃO DA PESQUISA QUALITATIVA	30
2.2 PRIMEIRA ETAPA: APROFUNDAMENTO TEÓRICO	31
2.3 SEGUNDA ETAPA: CONSTRUÇÃO DOS PROBLEMAS, QUESTIONÁRIOS E SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA	32
2.4 TERCEIRA ETAPA: EXECUÇÃO DO PLANEJAMENTO	35
2.5 QUARTA ETAPA: PRODUÇÃO DE DADOS	38
2.6 QUINTA ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS	39
2.7 CONTEXTO DA PESQUISA	42
2.7.1 Cenário	42
2.7.2 Sujeitos da pesquisa	43
2.8 REFERÊNCIAS	43
CAPÍTULO 3	45
3 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM DIFERENTES ETAPAS E MODALIDADES DA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	46
3.1 INTRODUÇÃO	47
3.2 REFERENCIAL TEÓRICO	48
3.3 METODOLOGIA	50
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
3.4.1 Procedimentos metodológicos das pesquisas encontrados na revisão	55
3.4.2 Procedimentos das experiências didáticas	58
3.5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	61
3.6 REFERÊNCIAS	63
CAPÍTULO 4	65
4 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS RELACIONADA COM A TEMÁTICA AMBIENTAL AGROTÓXICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	66
4.1 INTRODUÇÃO	67
4.2 REFERENCIAL TEÓRICO	68
4.3 PERCURSO METODOLÓGICO	69
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
4.5 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES	85
4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
CAPÍTULO 5	89
5 A TEMÁTICA AMBIENTAL AGROTÓXICOS: A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO FUNDAMENTAL	90
5.1 INTRODUÇÃO	91
5.2 REFERENCIAL TEÓRICO	94
5.3 PROPOSTA METODOLÓGICA DE PESQUISA	95
5.4 PROPOSTA PEDAGÓGICA	96
5.5 OS SEIS MOMENTOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	99
5.6 AVALIANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	104
5.7 CONCLUSÕES	107
5.8 REFERÊNCIAS	109

CAPÍTULO 6	111
6 METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR ABORDANDO O TEMA AGROTÓXICOS	112
6.1 INTRODUÇÃO	113
6.2 REFERENCIAL TEÓRICO	115
6.2.1 A aprendizagem dos conteúdos conceituais	115
6.2.2 A aprendizagem dos conteúdos procedimentais	115
6.2.3 A aprendizagem dos conteúdos atitudinais	116
6.3 METODOLOGIA DE PESQUISA	116
6.4 METODOLOGIA PEDAGÓGICA	118
6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	121
6.5.1 Da motivação às hipóteses	121
6.5.2 As resoluções e apresentações	124
6.6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	130
6.7 REFERÊNCIAS	132
CAPÍTULO 7	133
7 A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR SOBRE AGROTÓXICOS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	134
7.1 INTRODUÇÃO	135
7.2 REFERENCIAL TEÓRICO	137
7.3 PROPOSTA METODOLÓGICA DE PESQUISA	140
7.4 PROPOSTA PEDAGÓGICA	141
7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	143
7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	153
7.7 REFERÊNCIAS	154
CAPÍTULO 8	157
8 A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO TÉCNICO EM QUÍMICA: A TEMÁTICA AMBIENTAL AGROTÓXICOS	158
8.1 INTRODUÇÃO	159
8.2 REFERENCIAL TEÓRICO	160
8.3 METODOLOGIA	162
8.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	165
8.5 CONCLUSÃO	171
8.6 REFERÊNCIAS	172
CAPÍTULO 9	175
9 AS CARACTERÍSTICAS DE UM PROBLEMA EFICAZ: COMO OS PROFESSORES PODEM POTENCIALIZAR AS ATIVIDADES BASEADAS EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	176
9.1 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	177
9.2 AS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DE UM PROBLEMA EFICAZ	180
9.3 UMA ESTRUTURA POSSÍVEL DE UM PROBLEMA EFICAZ	186
9.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES	194
9.5 REFERÊNCIAS	195
CAPÍTULO 10	198
10 DISCUSSÃO INTEGRADA DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	199
10.1 REFERÊNCIAS	208
CAPÍTULO 11	209
11 A TESE QUE SE DEFENDE NESTA INVESTIGAÇÃO	210
11.1 REFERÊNCIAS	213

APÊNDICES	214
APÊNDICE A - Problemas produzidos pelo pesquisador e utilizados nas quatro intervenções pedagógicas	214
APÊNDICE B - Questões formuladas para os questionários aplicados para os alunos da EB	218
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) dos responsáveis	222
APÊNDICE D - Termo de assentimento (TALE) dos alunos do EF	224
APÊNDICE E - Termo de assentimento (TALE) dos alunos do EM	226
APÊNDICE F - TCLE dos alunos maiores de idade do EM e TQ	228
APÊNDICE G - TCLE dos alunos maiores de idade do EM/EJA	230
APÊNDICE H - Trabalho apresentado no 36° EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química	232
APÊNDICE I - Trabalho apresentado no XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química	239
APÊNDICE J - Trabalho apresentado no I EREC - Encontro Regional de Ensino de Ciências	247
APÊNDICE K - Trabalho apresentado no 37° EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química	253
APÊNDICE L - Trabalho apresentado no XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	261
APÊNDICE M - Trabalho apresentado no V SIPEQ – Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos	270
APÊNDICE N - Trabalho apresentado no II EREC - Encontro Regional de Ensino de Ciências	281
APÊNDICE O - Trabalho apresentado no 38° EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química	282
APÊNDICE P - Trabalho publicado no 17° SIMPEQUI – Simpósio Brasileiro de Educação Química	290
APÊNDICE Q - Trabalho apresentado no 17° SIMPEQUI – Simpósio Brasileiro de Educação Química	298
APÊNDICE R - Trabalho apresentado no 39° EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química	307
APÊNDICE S - Trabalho apresentado no 5° SSS - Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis	315

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

É fato que o crescimento da agricultura tem prejudicado a biodiversidade do planeta, a exemplo da redução na disponibilidade e qualidade da água, do comprometimento da qualidade do ar e dos alimentos, e dos crescentes problemas fitossanitários resultantes do desequilíbrio ecológico causado pelo uso de agrotóxicos.

NUNES, 2007.

1 INTRODUÇÃO

O presente texto de doutorado¹ tem como tema a Educação Ambiental (EA) relacionada à utilização de agrotóxicos e suas consequências ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana. Acreditamos que esse tópico é de fundamental importância no contexto escolar como temática a ser trabalhada interdisciplinarmente, com uma perspectiva da Educação Ambiental Crítica e de forma contextualizada, por intermédio da metodologia da Resolução de Problemas (RP).

O objeto de pesquisa apresentado neste texto de doutorado, os alunos da Educação Básica (EB), o qual nos remeteu a um processo de investigação de caráter qualitativo, originou-se da vivência do pesquisador/doutorando como professor da EB e de sua pesquisa de mestrado a qual, com suas devidas adaptações, transformou-se em um livro intitulado “A Temática Agrotóxicos e a Metodologia da Resolução de Problemas no Ensino de Ciências” (RIBEIRO, 2018). A obra publicada mostrou, por intermédio de um curso de formação de professores de Ciências, uma possibilidade de metodologia que apresenta potencialidades de desenvolver no educando um pensamento crítico, reflexivo, no qual docentes e alunos sejam partícipes do processo ensino e aprendizagem. Nessa pesquisa, os professores vivenciaram a metodologia da RP no papel de alunos, contextualizando a temática ambiental agrotóxicos, e todos os dezesseis participantes do curso afirmaram que essa metodologia de ensino é capaz de envolver os alunos da EB e os fazer pensar sobre os reais problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar ao ambiente, entre eles aqueles relacionados à saúde humana (RIBEIRO, 2018).

Tendo em vista a problemática dos agrotóxicos, relacionam-se a ela o aumento da população e a ampliação da agricultura em nosso país. Dessa forma, estimativas mostram que a taxa de crescimento populacional entre 2017 e 2018 no Brasil foi em torno de 0,82%, fazendo com que a população brasileira ultrapassasse a marca de 208,4 milhões de habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (BRASIL, 2018). Junto com esse crescimento demográfico, o setor agrícola brasileiro vem se expandido em um ritmo acelerado, uma vez que a consolidação do setor de insumos, bem como a modernização dos maquinários e implementos têm contribuído significativamente para o crescimento da agricultura brasileira.

Entretanto, o Brasil ainda possui grandes reservas de terras a serem cultivadas pela agricultura, a exemplos dos estados da Bahia, Piauí, Tocantins e Maranhão (BELCHIOR et al., 2014). Nesse contexto, impulsionado pelas modernas tecnologias, a mão de obra qualificada e os recursos naturais disponíveis, a ampliação do agronegócio tem superado recordes de produtividade

¹ Este texto de doutorado está formatado de acordo com o modelo de coletânea de artigos.

a cada safra de grãos, frutas e hortaliças em todo o território nacional, principalmente nesses estados onde o setor agrícola pode crescer ainda mais em reservas de terras ainda não exploradas (BELCHIOR et al., 2014).

O fato é que o crescimento da agricultura tem prejudicado a biodiversidade do planeta, a exemplo da redução na disponibilidade e qualidade da água, do comprometimento da qualidade do ar e dos alimentos, e dos crescentes problemas fitossanitários resultantes do desequilíbrio ecológico causado pelo uso de agrotóxicos (NUNES, 2007).

Esses problemas ambientais poderão se agravar ainda mais se considerarmos alguns números alarmantes sobre agrotóxicos no Brasil, como os que seguem: em torno de 58% dos alimentos estão contaminados por agrotóxicos; 34.147 foi o número de notificações registrado de intoxicação humana por agrotóxicos entre os anos de 2007 a 2014; o aumento do uso de agrotóxicos entre 2000 e 2012 foi de 288%; o faturamento da indústria de agrotóxicos no Brasil em 2014 foi em torno de 12 bilhões de dólares. Esses dados foram publicados no dossiê ABRASCO (Associação Brasileira de Saúde Coletiva) (CARNEIRO et al., 2015). Essa obra reúne informações de centenas de livros e trabalhos publicados em revistas nacionais e internacionais, que revelam evidências científicas e correlação direta entre uso de agrotóxicos e problemas ambientais e, conseqüentemente, os problemas de saúde. Quando nos referimos ao ambiente, abarcamos, ao mesmo tempo, o ser humano como parte integrante do meio ambiente, uma vez que compreendemos que os danos à saúde humana, causados pelos agrotóxicos, são também problemas ambientais (FERNANDES; STUANI, 2015).

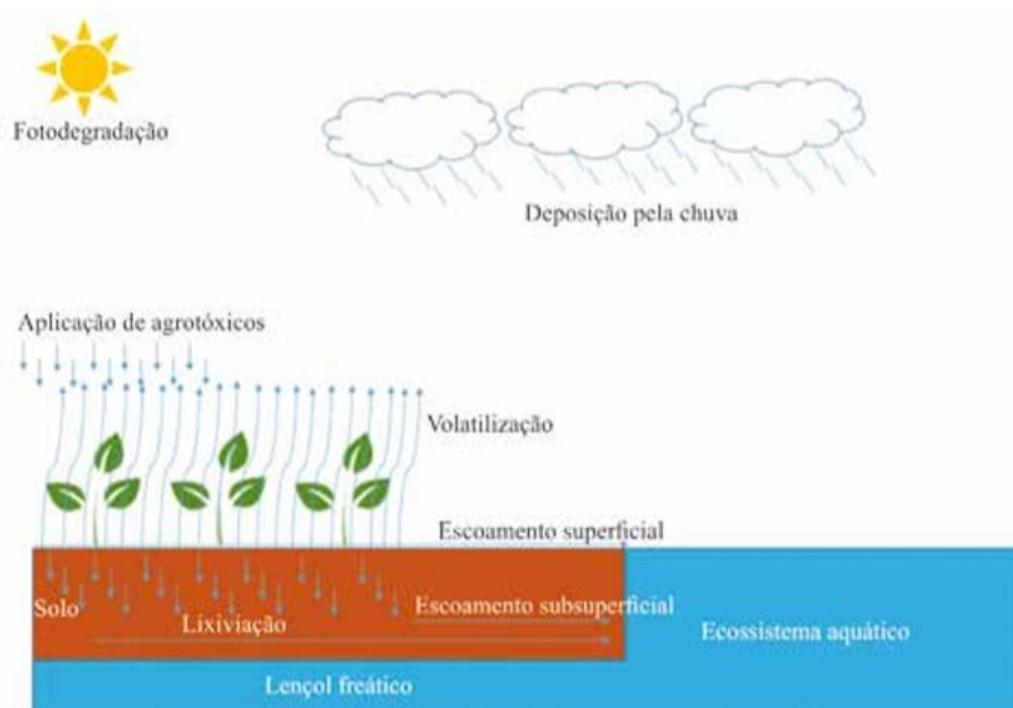
Desmitificando a ideia de que o uso dos agrotóxicos é um mal indispensável para a humanidade, Carneiro et al. (2015) afirmam que para assegurar o abastecimento de toda a população mundial, não é necessária a produção de alimentos com agrotóxicos. Estudos realizados por pesquisadores da Universidade de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

Os efeitos de agrotóxicos sobre organismos não alvos em ecossistema terrestre é um problema ambiental que agrava ainda mais o crescente uso indiscriminado dessas substâncias químicas. Os agrotóxicos, além de matarem as pragas nas lavouras, também têm potencial de influenciar a interação predador-presa (HANLON; RELYEA, 2013), causando desequilíbrio ambiental. O fato é que muitas pulverizações, por vezes com dosagens acima das recomendadas, ou desnecessárias, são realizadas na maioria das práticas agrícolas, e o efeito do uso dos agrotóxicos no ecossistema se torna maior, influenciando diretamente na desestruturação da biodiversidade.

Os impactos de agrotóxicos sobre os organismos no solo podem ser diretos ou indiretos, e são dependentes de vários fatores que interagem entre si, como a tecnologia de aplicação utilizada, a seletividade do agrotóxico, o ambiente do solo e a disponibilidade de recursos alimentares no ato da aplicação. Esses impactos podem ser variados, sendo alguns estimulantes, e outros inibidores de crescimento das plantas (FIGUEIRÓ, 2012).

Os efeitos de agrotóxicos em ecossistemas aquáticos podem gerar problemas não só nesse ecossistema, mas influenciar diretamente no ambiente terrestre e na saúde humana. Podemos observar na Figura 1 o ciclo de agrotóxicos no ambiente e como os ecossistemas aquáticos estão sujeitos à ação de agrotóxicos, por meio do vento, das chuvas e da lixiviação no solo. Assim sendo, após a aplicação dos agrotóxicos, esses produtos químicos podem se concentrar no ambiente de diversas formas. Uma delas é a volatilização que é um processo de transferência no qual um elemento químico passa de uma superfície seca ou molhada para a atmosfera (Figura 1). Dessa maneira, os resíduos dos agrotóxicos aplicados permanecem na superfície do solo, e a chuva ou a irrigação ativam a vaporização, fazendo com que as partículas tóxicas desses produtos se elevem à atmosfera na qual ficam suspensas, podendo haver uma deposição pelas chuvas. Depositados no solo ou na vegetação, os agrotóxicos distribuem-se pelas fases gasosa, aquosa e sólida (matéria orgânica ou inorgânica). Dessa forma, pelos processos de escoamento superficial e lixiviação, os agrotóxicos podem alcançar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (Figura 1).

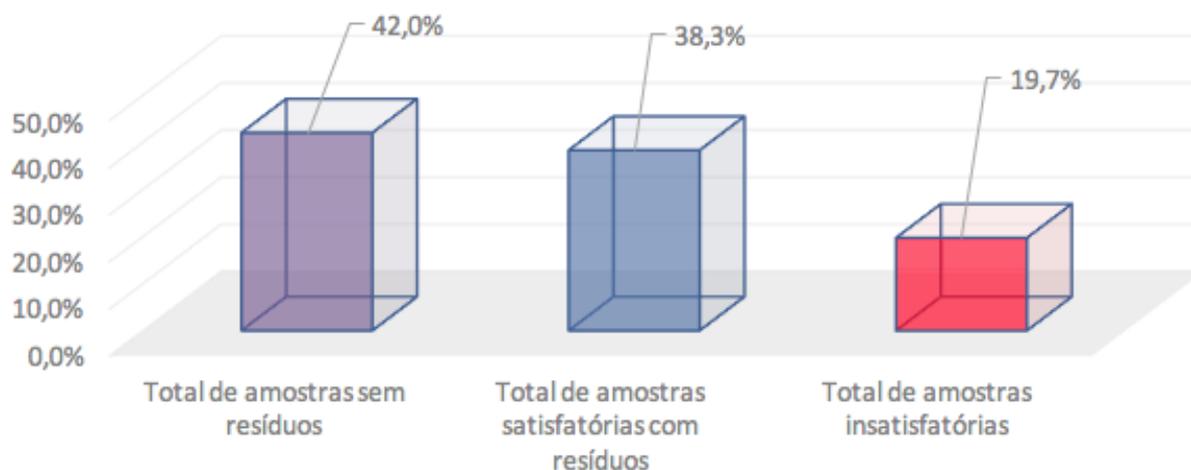
Figura 1: Ciclo de agrotóxicos no ambiente – ilustração geral.



Considerando que o ser humano está no topo da cadeia alimentar, ele poderá ser prejudicado com peixes e outros organismos aquáticos contaminados presentes na sua alimentação. Os agrotóxicos presentes em ecossistemas aquáticos podem se acumular em elevadas concentrações nos organismos ao longo de todo o nível trófico (BELCHIOR et al., 2014).

Sabemos que o ser humano é dependente das diferentes matrizes ambientais (ar, água, terra, alimentos) para sobreviver. Nesse contexto, diante do grande potencial poluente dos agrotóxicos sobre o meio ambiente, a saúde da população poderá ser afetada por essas substâncias químicas. No tocante à exposição humana aos agrotóxicos, a alimentação é um dos principais problemas. Um estudo realizado entre 2013 e 2015, pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2016), em 10.051 amostras de alimentos (cereais, frutas e verduras) coletadas no mercado varejista das capitais de todo país, demonstrou que 19,7% das amostras foram consideradas insatisfatórias por apresentarem limite residual acima do permitido, ou resíduos de agrotóxicos não autorizados em determinada cultura, ou as duas irregularidades ao mesmo tempo, conforme o observado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Resíduos de agrotóxicos em alimentos.



Fonte: ANVISA, 2016.

O aumento da utilização de agrotóxicos na produção agrícola (ANVISA, 2016; RIBEIRO, 2018) e a constatação da presença de resíduos dessas substâncias, acima dos níveis legais e agrotóxicos proibidos nas lavouras, têm levado a uma preocupação constante da população e da saúde pública no que concerne aos danos causados à saúde humana.

Por esses motivos, devemos estar alertas ao consumirmos alimentos que foram produzidos com a utilização de produtos químicos. O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos e

Alimentos (PARA)² alerta para o fato de que os agrotóxicos aplicados nas culturas agrícolas possuem a capacidade de penetrar no interior das folhas e polpas do vegetal. Por essa razão, o Programa aconselha ao consumidor a lavagem e retirada de cascas e folhas externas, pois isso favorece a redução de resíduos agrotóxicos. Da mesma maneira, recomendam o consumo de alimentos da época, ou produzidos com técnicas de manuseio integrado de pragas que, de modo geral, recebem uma quantidade menor de produtos, diminuindo a exposição dietética a agrotóxicos (ANVISA, 2016).

Além disso, o mesmo documento alerta os consumidores a higienizar bem os alimentos com água corrente, podendo ser utilizada uma escovinha ou uma bucha, destinada para essa finalidade, no auxílio na remoção dos resíduos. Do mesmo modo, aconselha a população a optar por alimentos rotulados com identificação do produtor. Atenta, também, para o consumo de alimentos oriundos da agricultura orgânica ou agroecológica, pois além de utilizarem produtos de baixa toxicidade, auxiliam para a preservação de uma cadeia de produção ambientalmente sustentável (ANVISA, 2016).

Além disso, urge exigir das diversas esferas de governo investimento e organização para executar ações de controle e uso de agrotóxicos. Dessa maneira, a adoção de técnicas agroecológicas poderá estar mais presente na vida das pessoas. Ademais, é primordial a capacitação daqueles que manipulam os agrotóxicos, bem como a proibição de princípios ativos já comprovadamente nocivos ao ambiente e à saúde, somados à fiscalização rígida pelo governo por intermédio de órgãos ambientais competentes.

Diante dos graves problemas ambientais que a utilização dos agrotóxicos pode ocasionar ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana e da complexidade dessa problemática ambiental perante a sociedade, entendemos que essa temática necessita de uma metodologia diferenciada para a sua contextualização dentro do espaço escolar. Além disso, deve haver a tomada de consciência dos alunos da EB acerca dos perigos do uso dessas substâncias químicas, já que a temática ambiental agrotóxicos também está presente nos livros didáticos (LDs) indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) utilizados nas escolas nas quais essa pesquisa foi aplicada, quais sejam: do ensino fundamental regular (EF) de Ciências (GEWANDSZNAJDER, 2015a, 2015b), do ensino médio regular (EM) de Química (SANTOS; MÓL, 2013; FONSECA,

² O PARA tem como função averiguar se os alimentos comercializados no varejo contêm níveis de resíduos de agrotóxicos dentro dos limites máximos de resíduos estabelecidos pela ANVISA e publicados em monografia específica para cada agrotóxico. Da mesma forma, permite conferir se os agrotóxicos utilizados estão adequadamente registrados no país e se foram administrados somente nas culturas para as quais foram autorizados. Além disso, tem como função estimar a exposição da população a resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal e, conseqüentemente, avaliar o risco à saúde dessa exposição.

2013) e do ensino médio da modalidade da educação de jovens e adultos (EM/EJA) das Ciências da Natureza (SCRIVANO, *et al.*, 2013).

Assim sendo, tendo em vista esta revisão bibliográfica, o aprofundamento teórico e prático sobre os temas abordados neste texto de doutorado e a pesquisa que realizamos com alunos de diferentes etapas e modalidades da EB, a metodologia da RP (ECHEVERRÍA; POZO, 1998; POZO, 1998), trabalhada de maneira interdisciplinar (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994) e com uma perspectiva ambiental crítica (FREIRE, 2000; TOZONI-REIS, 2007, 2008), pode ser capaz de desenvolver conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998), bem como a autonomia (ZABALA, 1998; FREIRE, 2000) dos alunos a respeito dos problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar.

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

Pesquisadores das didáticas das Ciências acreditam que a metodologia da RP pode ser uma estratégia eficaz para ser trabalhada no sistema educacional da EB (GOI; SANTOS, 2009, 2013; RUPPENTHAL; SCHETINGER, 2017). Alguns autores consideram que a metodologia da RP possui um caráter importante na atividade científica e pode ser considerada fundamental no ato de aprender a pensar (VASCONCELOS *et al.*, 2007, POZO, 1998, ECHEVERRÍA; POZO, 1998). Nesse tipo de metodologia de ensino e aprendizagem, o professor age como mediador e orientador do processo, necessitando planejar situações para que os alunos consigam buscar estratégias adequadas para a sua resolução, bem como uma sequência didática e de trabalho planejada e orientada para lograr êxito em todo o processo.

As teorias e estudos de Japiassu (1991) e Pombo (1994) convergem e apontam que a interdisciplinaridade é um processo que envolve a integração e engajamento de educadores de diferentes campos do saber, proporcionando um trabalho conjunto de interação das disciplinas com a realidade e a busca de relações entre essas diferentes áreas de conhecimentos, objetivando a formação integral do educando.

É importante pensar que as propostas interdisciplinares são capazes de promover a união escolar em torno do objetivo comum de formação de indivíduos sociais, pois partem do princípio de que esse trabalho interdisciplinar pode garantir maior interação entre os alunos, e destes com

os professores, sem falar na experiência e no convívio no grupo (FAZENDA, 2008). Entendemos que a interdisciplinaridade não é apenas a integração de conteúdos, teorias, técnicas ou outros aspectos do conhecimento de diferentes disciplinas, mas também um fator de transformação pessoal, mostrando aos alunos possibilidades diferentes de olhar um mesmo fato. Assim sendo, na atividade interdisciplinar o estudante não constrói sozinho o conhecimento, mas por intermédio da ação do grupo, tendo o professor como mediador da aprendizagem.

Nesse contexto, mostraremos, ao decorrer deste estudo, que a interdisciplinaridade e a metodologia da RP poderão estar interligadas, uma vez que também na metodologia da RP o papel do professor não é o de transmitir conhecimentos, mas de ser motivador, orientador, mediador das indagações trazidas pelos educandos. Dessa forma, o aluno não recebe pronto o conhecimento, mas o vivencia, refletindo sobre o mesmo, gerando o seu próprio conhecimento. Percebemos que a metodologia da RP é uma prática diferenciada em que há maior interação do aluno com o conteúdo, assim como entre os alunos e os professores, do que em metodologias tradicionais, favorecendo a construção do conhecimento científico contextualizado (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006).

Os princípios da “educação libertadora” do renomado autor na área da educação Paulo Freire (1921-1997) estão presentes nas pesquisas e práticas de uma EA que se declaram críticas, transformadoras, políticas e emancipatórias, trazendo valiosas contribuições da pedagogia crítica para a EA.

Sobre o modo de produção capitalista, que vem se intensificando cada vez mais no Brasil e no mundo, os fundamentos da EA crítica almejam dar respostas à degradação ambiental resultante desse modo de produção. Nesse contexto, entendemos que a utilização dos agrotóxicos é uma cultura capitalista, na qual quem fabrica, vende e/ou aplica os agrotóxicos está preocupado, majoritariamente, com o lucro e não com a saúde dos consumidores e com a preservação do meio ambiente.

Alguns pesquisadores da área educacional têm dedicado esforços em suas pesquisas, problematizando a EA com uma perspectiva crítica e dialógica (GUIMARÃES, 2004; CARVALHO, 2004; LOUREIRO, 2005; TOZONI-REIS, 2007, 2008). Esses estudos e esforços têm, dentre outros objetivos, significar e ressignificar os fundamentos e conceitos da EA, no sentido de proporcionar uma sedimentação epistemológica no processo de construção do seu campo teórico e prático, não só no espaço escolar, mas perante toda a sociedade.

A perspectiva transformadora parte de análises críticas das relações entre os grupos sociais e deles com o ambiente em que vivem, compreendendo-as como relações históricas, cuja marca é a desigualdade social e a degradação ambiental. Essas diferentes perspectivas indicam que a ação educativa sobre o ambiente exige reflexão e análise para que, do ponto de vista prático e conceitual, seja construída de forma mais consequente e

competente [...] nosso ponto de partida para definir a educação ambiental como crítica é sua preocupação com os aspectos socioambientais das relações humanas, isto é, preocupamo-nos com as relações que os sujeitos estabelecem entre si e com o ambiente onde vivem, compreendendo-os – sociedade e ambiente – de forma crítica e transformadora (TOZONI-REIS, 2008, p. 158).

A EA crítica, transformadora e emancipatória que defendemos nesta pesquisa é a EA sendo considerada como um processo político de apropriação crítica e reflexiva de conhecimentos, comportamentos, atitudes e valores que têm como objetivo a construção de uma sociedade sustentável do ponto de vista social e ambiental (TOZONI-REIS, 2007, 2008). Uma EA crítica e reflexiva que possa capacitar os alunos a ter uma visão crítica da realidade e que possa torná-los atuantes e conscientes perante a sociedade e os problemas ambientais. Além disso, que seja um processo educativo ambiental realmente significativo para os educandos, e que esses possam fazer uma leitura mais detalhada e compreendida do ambiente, aprendendo a reconhecer, interpretar, sistematizar o seu espaço cotidiano, fazendo relações de como as atitudes do homem podem impactar o meio ambiente. Da mesma forma, entendendo que as crises socioambientais que queremos enfrentar são consequências das interações dos seres vivos com o meio ambiente, e que essas crises poderão ser amenizadas em um processo contínuo de aprendizagem e exercício da cidadania (TOZONI-REIS, 2007, 2008).

Nesse contexto, uma das teorias da EA crítica é aprender a interpretar a realidade, cujo principal objetivo é construir conhecimentos que sirvam para a emancipação e a transformação da sociedade (LOUREIRO, 2005). Dessa maneira, faz-se necessário que nas atividades e projetos relacionados com a EA, não só dentro do espaço escolar, mas na sociedade como um todo, os alunos/cidadãos sejam capazes de fazer relações desses projetos de estudos ambientais com aspectos políticos, sociais, culturais e econômicos locais, e por que não dizer, globais.

Zabala (1998) alerta-nos para o fato de que a incumbência da escola é viabilizar a formação integral dos alunos. Tendo em vista as ideias desse estudioso, é na escola, através das experiências vivenciadas, que se produzem os vínculos e as condições que determinam as visões pessoais em relação a si e aos demais. O autor revela-nos o que designa conteúdos da aprendizagem, cujos significados reportam para além da questão de ensinar, encontrando sentido na questão sobre por que ensinar. Dessa maneira, esses conteúdos assumem a função de abarcar todas as dimensões do aprendiz. O autor define as tipologias de aprendizagem da seguinte maneira: factual e conceitual (O que se deve aprender?), procedimental (O que se deve fazer?) e atitudinal (Como se deve ser?).

No que tange à concepção de aprendizagem, Zabala assegura que não é possível ensinarmos sem nos atermos às referências de como os educandos aprendem, adverte-nos para as especificidades dos processos de aprendizagem que cada educando apresenta, ou seja, da diversidade dos mesmos. O estudioso declara que a aprendizagem de conceitos ou princípios

precisa ser a mais significativa possível, suscitando um verdadeiro processo de *elaboração e construção* pessoal do conceito. De acordo com o pesquisador, o processo de aprendizagem é beneficiado com atividades nas quais os novos conteúdos de aprendizagem se relacionem substantivamente com os conhecimentos prévios; oportunizem um intenso exercício mental que favoreça essas relações; atribuam significado e funcionalidade aos novos conceitos e princípios; imputem um desafio consoante às possibilidades reais etc. Refere-se a ações formativas que favorecem o entendimento do conceito com a finalidade de empregá-lo para a interpretação ou conhecimento de situações, ou para o estabelecimento de novas ideias (ZABALA, 1998).

O esquema da Figura 2 mostra o que o presente texto de doutorado defende. Além disso, acreditamos que esta pesquisa trará novidade em termos de contribuição para a evolução do conhecimento científico na área da educação em Ciências: A metodologia da RP, trabalhada com os princípios e fundamentos da interdisciplinaridade e da EA crítica, pode ser capaz de desenvolver nos estudantes da EB os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a autonomia, referentes aos problemas ambientais e à tomada de consciência a respeito da utilização dos agrotóxicos (Figura 2).

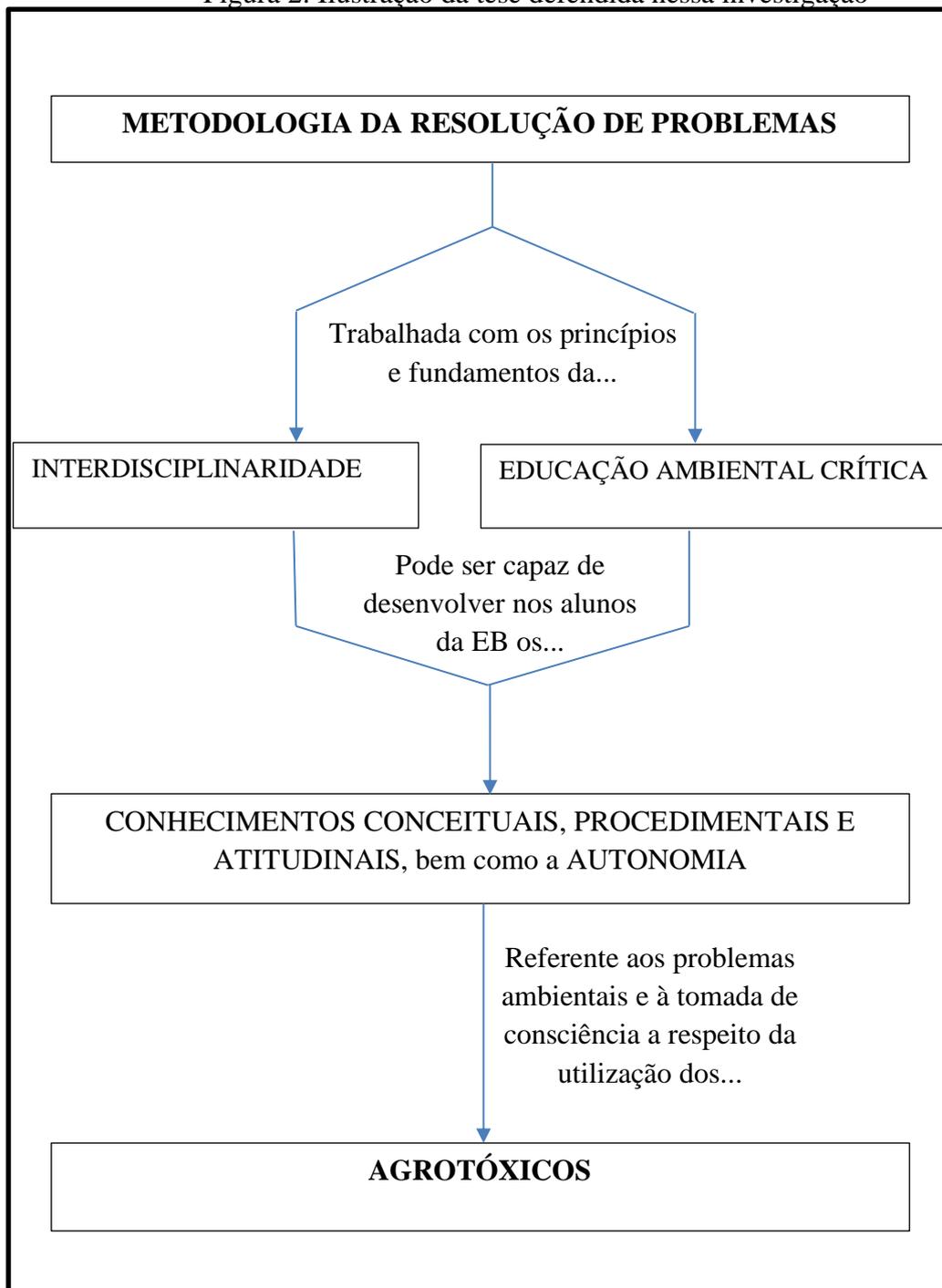
Nessa linha de pensamento, realizamos uma atividade interdisciplinar, entre Língua Portuguesa e Ciências/Química com o intuito de aplicar a metodologia da RP, tendo em vista uma perspectiva ambiental crítica, e de contextualizar nosso trabalho com a temática ambiental agrotóxicos. Assim sendo, o problema de pesquisa traduziu-se por meio da seguinte questão: **De que modo a sequência pedagógica aplicada, baseada na RP, contribui para o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar, bem como para a autonomia dos alunos da EB?**

Neste contexto, o objetivo geral desta pesquisa pode ser expresso por: *Avaliar as formas de contribuição da sequência pedagógica aplicada, baseada na RP, para o desenvolvimento, nos alunos da EB, da autonomia e dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar.*

Ao mesmo tempo, a investigação tem como **objetivos específicos**: elaborar materiais didáticos, relacionados à presença e ao tratamento de agrotóxicos no ambiente, para serem utilizados nas escolas de EB; analisar a contribuição das estratégias investigativas para o aperfeiçoamento do conhecimento dos alunos sobre os temas da EA trabalhados nesta investigação; possibilitar aos alunos desenvolverem habilidades e competências, tornando-se capazes de construir seus próprios conhecimentos; contribuir para estimular a consciência dos

estudantes da EB em relação aos problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar; avaliar os resultados obtidos com a utilização da metodologia da RP.

Figura 2: Ilustração da tese defendida nessa investigação



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o aprofundamento das ideias apresentadas que apoiam a presente tese e sustentar o que a pesquisa defende, este trabalho está organizado em onze capítulos, sendo que sete deles são

apresentados em formato de artigos³. Já os outros capítulos: um, dois, dez e onze são de introdução, metodologia, discussão integrada dos resultados e a tese defendida nesta investigação, respectivamente.

No Capítulo 2, realizamos a exploração dos pressupostos metodológicos empregados neste estudo de doutoramento. Dessa forma, descreveremos os caminhos metodológicos da pesquisa, os instrumentos utilizados na obtenção dos dados, a metodologia pedagógica empregada, assim como a abordagem de investigação que ancora esta pesquisa, realizando um detalhamento da metodologia de pesquisa adotada na análise dos dados. Desenvolvemos, neste trabalho, uma investigação qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Para análise dos dados, fizemos uso da análise qualitativa e análise de conteúdo (BARDIN, 2010).

O Capítulo 3 traz o artigo científico intitulado *A resolução de problemas em diferentes etapas e modalidades da educação básica: Uma revisão bibliográfica*. O texto mostrará a viabilidade de estudos relacionados à RP desenvolvidos com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB. Para tanto, realizou-se um levantamento bibliográfico nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências dos anos de 2011 a 2017. Esse artigo foi submetido para publicação na Revista Thema, ISSN 2177-2894.

O Capítulo 4 apresenta o artigo *A Resolução de Problemas relacionada com a temática ambiental Agrotóxicos no Ensino de Ciências: Uma revisão bibliográfica*, que foi submetido para publicação na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ISSN 1984-2686. O texto analisa como a temática ambiental agrotóxicos pode ser contextualizada a partir de metodologias que utilizaram a RP podendo, dessa maneira, fomentar novos estudos na área. Assim sendo, realizamos uma revisão bibliográfica em periódicos Qualis/CAPES na área de Ensino de Ciências classificados em estratos de qualidade A1, A2 e B1 que relacionaram direta ou indiretamente a temática ambiental agrotóxicos com propostas pedagógicas baseadas na RP.

No Capítulo 5, apresentaremos o artigo científico *The Environmental Issue of Pesticides: The Problem-Solving Methodology in Elementary School*⁴, já publicado em língua inglesa na Revista Acta Scientiae⁵, ISSN 2179-7727. Nesse capítulo, investigamos a experiência da utilização da metodologia da RP no EF, contextualizando a temática ambiental agrotóxicos, cujo principal tópico de discussão será a EA crítica (TOZONI-REIS, 2007, 2008). Dessa maneira, buscamos

³ Salienta-se que optamos, para uma uniformização estética neste documento, formatar os artigos que compõem os capítulos diferentemente do modo que esses foram submetidos aos respectivos periódicos, pois há normas específicas para cada uma das revistas.

⁴ Neste texto de doutorado, o artigo está escrito na língua portuguesa: *A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas no Ensino Fundamental*.

⁵ RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. The Environmental Issue of Pesticides: The Problem-Solving Methodology in Elementary School. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 21, n. 4, p. 97-114, 2019.

relacionar os resultados obtidos na pesquisa com os princípios da EA crítica, bem como mostrar a aquisição teórica e prática sobre esse assunto.

O Capítulo 6 mostra o trabalho intitulado *Metodologia de resolução de problemas no ensino médio: Uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos*, já publicado na Revista Prática Docente⁶, ISSN 2526-2149. Nesse capítulo, analisamos a proposta pedagógica baseada na RP, abordando a temática ambiental agrotóxicos, com os alunos do EM. O principal tópico de discussão e aprofundamento teórico nesse texto será as tipologias de aprendizagem, baseado na obra de Antoni Zabala, *A Prática Educativa: Como Ensinar* (ZABALA, 1998).

No Capítulo 7, consta o artigo científico *A metodologia da resolução de problemas: Uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos*, já publicado na Revista Linhas⁷, ISSN 1984-7238. Nesse capítulo, ponderamos a experiência da utilização da metodologia da RP no EM/EJA, contextualizando a temática agrotóxicos, cujo principal tópico de discussão será a interdisciplinaridade (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994). Dessa maneira, procuramos relacionar os resultados obtidos na pesquisa com os princípios da interdisciplinaridade.

O Capítulo 8 traz o artigo intitulado *A metodologia da resolução de problemas no ensino técnico em Química: A temática ambiental agrotóxicos*. Nesse estudo, apresentaremos a análise da etapa da pesquisa realizada sobre a utilização da metodologia da RP no TQ, nível médio, contextualizando a temática agrotóxicos, com o principal tópico de discussão sendo o desenvolvimento e aperfeiçoamento da autonomia (FREIRE, 2000) dos alunos da EB com os quais a metodologia da RP é capaz de contribuir. Esse artigo foi submetido para publicação, na sua versão em inglês, no *Journal of Chemical Education*, ISSN 1938-1328.

Cabe salientar que as pesquisas realizadas com os estudantes de diferentes etapas e modalidades da EB (Capítulos 5, 6, 7 e 8), sendo esses os sujeitos desta investigação, possuem o mesmo objetivo, qual seja, avaliar as formas de contribuição da sequência pedagógica aplicada, baseada na RP, para o desenvolvimento, nos alunos da EB, da autonomia e dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar. Entretanto, como citado anteriormente, possuem enfoques teóricos de discussão dos resultados diferentes, a fim de embasar o que o presente texto de doutorado defende. Além disso,

⁶ RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. Método de resolução de problemas no ensino médio: uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 3, n. 2, p. 643-664, 2018.

⁷ RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019.

foram construídos problemas diferentes sobre a temática agrotóxicos, com linguagens e tópicos apropriados para cada nível de ensino.

No Capítulo 9, o artigo *As características de um Problema Eficaz: Como os professores podem potencializar as atividades baseadas em Resolução de Problemas no Ensino de Ciências* mostrará a apropriação de conhecimentos referentes aos assuntos abordados neste texto de doutoramento, articulando esta pesquisa teórica e prática, propondo as características fundamentais do que denominamos “Problema Eficaz”. Essa proposta está relacionada à escassez de discussões na literatura sobre como elaborar bons problemas para serem utilizados nas aulas de Ciências com metodologias baseadas na RP. Dessa maneira, a partir dos dados teóricos e práticos, chegamos à conclusão de que um Problema Eficaz deve contextualizar o tema à realidade do aluno, suscitar a reflexão crítica acerca do assunto abordado, despertar o interesse do estudante e tornar a proposição passível de ser hipotetizada, pesquisada, investigada, questionada, discutida, levando a uma tomada de decisão. Esse artigo foi submetido para publicação na Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, ISSN 1983-2117.

No Capítulo 10, apresenta-se a Discussão integrada dos resultados, destacando aspectos gerais sobre a pesquisa, assim como relações entre os principais resultados da presente investigação. Dessa forma, apresentando associações, similaridades, diferenças, particularidades e características dos sujeitos da pesquisa de cada experiência correspondente, discutindo as possibilidades que foram conjeturadas.

Por fim, no Capítulo 11, conclui-se a Tese defendida nesta investigação, qual seja: a metodologia da RP, trabalhada com os princípios e fundamentos da interdisciplinaridade e da EA crítica, pode ser capaz de desenvolver nos estudantes da EB os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a autonomia, referentes aos problemas ambientais e à tomada de consciência a respeito da utilização dos agrotóxicos.

1.1 REFERÊNCIAS

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)** - Relatório de Atividades de 2016. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/Relat%C3%B3rio+PARA+2013-2015_VERS%C3%83O-FINAL.pdf/494cd7c5-5408-4e6a-b0e5-5098cbf759f8>. Acesso em: 23 abr. 2019.

BELCHIOR, D. C. V. *et al.* Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2014.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.

CARNEIRO, F. F. *et al.* (Org.). **Dossiê Abrasco**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro/São Paulo: Expressão popular, 2015, 624 p.

- CARVALHO, I. C. de M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2004.
- CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006. 120p.
- ECHEVERRÍA, Maria Del Puy Pérez; POZO, Juan Ignacio. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13-42.
- FAZENDA, Ivani Catarina Arantes (Org.). **O que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Cortez, 2008.
- FERNANDES, C. S.; STUANI, G. M. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.
- FIGUEIRÓ, R. (Org.). **Saúde & ambiente: da educação ambiental à ecologia de doenças**. Volta Redonda: UniFOA, 2012.
- FONSECA, M. R. M. **Química Ensino Médio**. 1 ed. v. 2. Porto Alegre: Ática, 2013. 320 p.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. 165 p.
- GEWANDSZNAJDER, F. **Projeto Teláris: Ciências da Natureza, Planeta Terra**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015a. 264 p.
- GEWANDSZNAJDER, F. **Projeto Teláris: Ciências da Natureza, Vida na Terra**. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015b. 296p.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 203-209, 2009.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. A utilização da metodologia de resolução de problemas na formação de professores de Ciências: uma revisão de literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. **Atas...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2013.
- GOVERNO DO BRASIL. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/cidadania-e-inclusao/2018/08/populacao-brasileira-ultrapassa-208-milhoes-de-pessoas-revela-ibge>>. Acesso em 16 abr. 2019.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYTARGUES, P. P. (Org.). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília, MMA. Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 25-35.
- HANLON, S. M.; RELYEA, R. Sublethal effects of pesticides on predator-prey interactions in amphibians. **Copeia**, v. 4, p. 691-698, 2013.
- JAPIASSU, H. Prefácio. In: Fazenda, I. C. A. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. 3 ed. São Paulo: Loyola, 1991. 119 p.
- LOUREIRO, C. F. B. Teoria Crítica. In: FERRARO-JUNIOR, L. A. (Coord.) **Encontros e Caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental, 2005. p. 323-332.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

- MEDEIROS, D. R. et al. Ensino de ciências: análise de problemas interdisciplinares. In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 37., 2017, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: Universidade Federal de Rio Grande, 2017a. p. 312-319. Disponível em: <<https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s09/ficha-72.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2019.
- NUNES, S. P. O desenvolvimento da agricultura brasileira e mundial e a ideia de Desenvolvimento Rural. **Conjuntura Agrícola**, v. 157, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.deser.org.br/documentos/doc/DesenvolvimentoRural.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2019.
- POMBO, O. A interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. In: POMBO, O.; LEVY, T.; GUIMARÃES, H. (Org). **A interdisciplinaridade: reflexão e experiência**. Lisboa: Texto, 1994.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. C. A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- POZO, J. I. **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- RIBEIRO, D. C. A. **A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2018. 161 p.
- RUPPENTHAL, R.; SCHETINGER, M. R. C. A argumentação e a capacidade de resolver problemas em estudantes do ensino fundamental. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 35-52, nov. 2017.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã**. 2 ed. São Paulo: AJS, 2013.
- SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano: Ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos**. 1 ed. São Paulo: Global, 2013.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: TOZONI-REIS, M. F. C. (Org.) **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação**. Rio de Janeiro: Quartet, 2007, p. 177-221.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, 155-169, 2008.
- VASCONCELOS, C., *et al.* Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

Capítulo 2

CAMINHOS METODOLÓGICOS

*F*az-se necessário conhecer por qual razão se analisa e se explicita, com o intuito de saber como analisar. Tratar o material é codificá-lo e isso corresponde a uma transformação dos dados brutos do texto, por intermédio de recortes, agregações, enumerações que permitem atingir uma representação de conteúdo ou de sua expressão.

BARDIN, 2010.

2 CAMINHOS METODOLÓGICOS

2.1 FUNDAMENTAÇÃO DA PESQUISA QUALITATIVA

O presente texto de doutorado caracteriza-se por ter um perfil qualitativo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), já que esse tipo de pesquisa costuma ser construída ao longo de seu desenvolvimento. A pesquisa com abordagem qualitativa permite que as hipóteses e as generalizações surjam pelo exame criterioso das informações embasadas no próprio contexto do qual são originadas.

Na investigação qualitativa, “o objetivo principal do investigador é o de construir conhecimentos e não dar opinião sobre determinado contexto” (BOGDAN; BIKLEN, 1997, p. 67). Nesse sentido, uma das finalidades dessa pesquisa é a capacidade de gerar teoria, descrição ou compreensão, buscando-se compreender o processo mediante o qual os agentes envolvidos constroem significados sobre o tema a ser investigado (BOGDAN; BIKLEN, 1997).

Triviños (1987) apresenta algumas características da pesquisa qualitativa, que são possíveis de serem percebidas num estudo qualitativo que contemple o ambiente escolar:

1ª) A pesquisa qualitativa tem o ambiente natural como fonte direta dos dados e o pesquisador como instrumento-chave. 2ª) A pesquisa qualitativa é descritiva. 3ª) Os pesquisadores qualitativos estão preocupados com o processo e não simplesmente com os resultados e o produto. 4ª) Os pesquisadores qualitativos tendem a analisar seus dados indutivamente. 5ª) O significado é a preocupação essencial na abordagem qualitativa (TRIVIÑOS, 1987, p. 128-30).

Dessa maneira, essas características podem ampliar as possibilidades de melhor entender a situação desse ambiente escolar, provendo meios mais eficazes para o investigador trabalhar e poder elaborar seus relatórios, chegando às considerações do seu estudo.

Nessa linha de pensamento, este trabalho realizou-se em ambiente escolar, uma vez que os dados utilizados foram produzidos no ambiente de três escolas estaduais públicas da cidade de Porto Alegre/RS. Assim sendo, nesses locais o pesquisador ministrou, juntamente com um professor de Português, as investigações realizadas com estudantes de diferentes níveis e modalidades da EB. Além disso, aplicamos questionários relativos aos conhecimentos dos educandos em relação à temática de agrotóxicos e às opiniões em relação a RP e o trabalho interdisciplinar, assim como analisamos e interpretamos os dados dos questionários aplicados aos sujeitos desta pesquisa. Tudo isso, tendo em vista o processo de formação dos alunos no que tange à temática agrotóxicos e à metodologia da RP. Cabe salientar que Lüdke e André (1986)

argumentam que, nesse contexto, o pesquisador realiza seu trabalho em cenários naturais, compreendendo e interpretando determinados fenômenos.

Neste trabalho, optamos pela pesquisa qualitativa, pois esta permite uma visão mais ampla de um cenário. Além do mais, esse tipo de pesquisa analisa textos por meio de interpretação (processo indutivo), com protótipo de questionamentos em profundidade, é subjetiva, desenvolve a teoria, o seu foco é complexo, possibilitando narrativas ricas e interpretações individuais, o pesquisador participa do processo, descreve os significados. As partes são mais importantes do que o todo, preocupa-se com a qualidade das informações.

2.2 PRIMEIRA ETAPA: APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Com o intuito de atingir o objetivo geral desta investigação (avaliar as formas de contribuição da sequência pedagógica aplicada, baseada na RP, para o desenvolvimento, nos alunos da EB, da autonomia e dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar), foi preciso um levantamento teórico aprofundado acerca dos aspectos relacionados à RP e à temática ambiental agrotóxicos, e fundamentação teórica sobre a EA crítica, a interdisciplinaridade, as tipologias de aprendizagem e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes da EB.

Assim sendo, primeiramente, realizamos uma revisão bibliográfica relacionada a eixos de discussão sobre agrotóxicos com sete tópicos, a saber⁸:

- 1) Legislação;
- 2) Riscos à saúde;
- 3) Contaminação e qualidade dos alimentos;
- 4) Tecnologia de aplicação;
- 5) Monitoramento de solos, águas e sedimentos;
- 6) Seletividade;
- 7) Métodos alternativos para uma agricultura sustentável.

⁸ Nosso aprofundamento teórico sobre Agrotóxicos foi elaborado por julgarmos necessária uma grande demanda de conhecimentos sobre o tema em questão, uma vez que o suporte teórico era fundamental para enriquecer as possíveis discussões que aconteceriam nas aulas. A partir da construção desses tópicos, conseguimos confeccionar materiais didáticos para as nossas intervenções pedagógicas e para a criação dos problemas propostos durante as mesmas. Cabe ainda salientar que alguns trabalhos de revisão sobre agrotóxicos estão disponíveis nos apêndices H, K, O, Q, R e S, deste texto de doutorado, publicados como trabalhos completos em congressos, seminários e encontros da área das Ciências da Natureza.

O segundo momento deu ênfase a um levantamento bibliográfico sobre propostas pedagógicas e pesquisas baseadas na RP no Ensino de Ciências, principalmente com alunos da EB sendo sujeitos das investigações.

Num terceiro momento, o aprofundamento teórico objetivou um levantamento sobre a EA crítica, a interdisciplinaridade, as tipologias de aprendizagem e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, sujeitos desta pesquisa.

No aprofundamento teórico sobre os tópicos citados anteriormente, buscamos sempre identificar e analisar como poderíamos fazer associações e relações entre eles, para fundamentar e sustentar o que o presente texto de doutorado defende: A metodologia da RP, trabalhada com os princípios e fundamentos da interdisciplinaridade e da EA crítica, pode ser capaz de desenvolver nos estudantes da EB os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a autonomia, referentes aos problemas ambientais e à tomada de consciência a respeito da utilização dos agrotóxicos.

2.3 SEGUNDA ETAPA: CONSTRUÇÃO DOS PROBLEMAS, QUESTIONÁRIOS E SEQUÊNCIA PEDAGÓGICA

Nesta etapa, feito o levantamento bibliográfico, constatou-se que a RP se adequava pedagógica e teoricamente para abordar a temática ambiental agrotóxicos. Assim sendo, produzimos nove problemas, relacionados com esse tema, para serem trabalhados com os alunos do 9º Ano do Ensino Fundamental, 3º Ano do Ensino Médio, totalidade 9 do Ensino Médio/EJA⁹ e das 3 etapas de um Curso Técnico em Química¹⁰. Faz-se necessário ressaltar que os problemas foram avaliados aos pares por pesquisadores da área e analisados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS¹¹.

Todos os problemas foram construídos de acordo com a etapa em que estavam os participantes, utilizando linguagem adequada ao nível dos educandos. No Quadro 1, são apresentados os tópicos abordados em cada problema e o público alvo correspondente. Cabe salientar que os problemas estão disponíveis na íntegra nos artigos descritos no decorrer deste texto de doutorado e no Apêndice A.

⁹ A totalidade 9 corresponde à última etapa do ensino médio da modalidade EJA.

¹⁰ O referido curso possui quatro etapas, sendo que a última etapa corresponde ao estágio obrigatório.

¹¹ Número do Parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS: 3.495.883.

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

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

O Quadro 2 mostra o planejamento inicial dos tempos previstos em cada momento das investigações:

Quadro 2: Tempo previsto para cada momento da pesquisa.

Momentos da sequência pedagógica	EF (235 minutos)	EM (285 minutos)	EM/EJA (210 minutos)	TQ (210 minutos)
Momento I	30 min	30 min	30 min	30 min
Momento II	30 min	45 min	30 min	30 min
Momento III	30 min	45 min	30 min	30 min
Momento IV	85 min	90 min	60 min	60 min
Momento V	30 min	45 min	30 min	30 min
Momento VI	30 min	30 min	30 min	30 min

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao total, planejamos realizar quatro intervenções pedagógicas com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB: EF, EM, EM/EJA e TQ. Para evitar a entrada e a saída de participantes durante as pesquisas, decidimos que cada uma delas aconteceria em único encontro, sendo a pesquisa do EF em 5 períodos contínuos¹² de 50 minutos cada (totalizando 235 minutos), EM em 6 períodos de 50 minutos (285 minutos) e EM/EJA e TQ em 5 períodos contínuos de 45 minutos cada (totalizando 210 minutos).

No Momento I, utilizamos trechos pré-selecionados pelos pesquisadores do vídeo “O Veneno está na mesa 1¹³”, para todas as intervenções pedagógicas e, para a pesquisa no curso técnico em Química, também utilizamos trechos do vídeo “O Veneno está na mesa 2¹⁴”.

O planejamento do Momento II foi pensado na formação de grupos de 4 a 7 componentes, dependendo do número de participantes de cada pesquisa. Após a organização dos grupos de trabalho, planejamos a leitura e análise dos problemas com os alunos, ajudando-os a sanar as possíveis dúvidas de linguagem e interpretação.

A leitura dos materiais disponíveis para consulta (Momento III) no EF ocorreu por intermédio dos LDs das Ciências da Natureza do EF (GEWANDSZNAJDER, 2015a, 2015b) e o livro do 1º ano do EM de Química (SANTOS; MÓL, 2013). Nas pesquisas do EM e EM/EJA, os materiais (a serem) utilizados para consulta foram o LD das Ciências da Natureza do EM/EJA (SCRIVANO, *et al.*, 2013) e os três volumes do LD do EM de Química (SANTOS; MÓL, 2013). Na investigação feita com os alunos das três etapas do TQ, além desses livros utilizados na

¹² Todas as intervenções pedagógicas tiveram um intervalo de 15 minutos.

¹³ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8RVAgD44AGg>>. Acesso em 22 de out. 2019.

¹⁴ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>>. Acesso em 22 de out. 2019.

pesquisa no EM e EM/EJA, foi utilizado também o volume número 2 de outra obra didática de Química do EM (FONSECA, 2013). Cabe frisar que todas essas obras são indicadas pelo PNLD e foram fornecidas pelos pesquisadores no momento das intervenções pedagógicas.

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

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

No Momento VI, planejamos a socialização dos resultados com os alunos, na qual os professores pesquisadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

Planejamos, também, no final das atividades investigativas, a aplicação de questionários (Apêndice B) adaptados de estudos anteriores (GOI, 2004). Estes questionários utilizam uma escala (1=DT Discordo Totalmente, 2=DP Discordo Parcialmente, 3=I Indeciso, 4=C Concordo Parcialmente e 5=C Concordo) indicando o grau de concordância do informante a respeito das perguntas (LIKERT, 1976). Os gráficos apresentam os escores das respostas obtidas. O valor do escore da escala Likert é calculado fazendo-se a soma de cada um dos números de informantes, multiplicando pelo valor do escore (5 para C, 4 para CP, 3 para I, 2 para DP, 1 para DT) e dividindo pelo total de informantes.

2.4 TERCEIRA ETAPA: EXECUÇÃO DO PLANEJAMENTO

Nesta pesquisa, realizamos a análise de algumas experiências de utilização da metodologia da RP com alunos da EB, contextualizando a temática agrotóxicos. O Doutorando Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro e o professor de Português, Cláudio Aramy Marcinkowski, colaborador desta pesquisa, apresentaram o projeto para os alunos participantes do estudo uma semana antes de cada investigação.

O contato com os responsáveis pelos menores de idade e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) dos responsáveis (Apêndice C) foi feito em uma das reuniões que as escolas do EF e EM, participantes da pesquisa, realizam antes da proposta. Os

Termos de Assentimento (TALE) dos alunos do EF (Apêndice D) e dos alunos do EM (Apêndice E), bem como os TCLE dos alunos maiores de idade do EM e TQ (Apêndice F) e o TCLE dos estudantes do EM/EJA (Apêndice G), foram entregues para assinaturas no início de cada intervenção pedagógica.

De uma maneira geral, a proposta pedagógica foi realizada de acordo com o planejamento, com algumas modificações que se sucederam nos tempos previstos para os momentos da sequência didática adotada (Quadro 3).

Quadro 3: Tempo de cada momento das pesquisas realizadas com os alunos da EB.

Momentos da sequência pedagógica	EF (235 minutos)	EM (285 minutos)	EM/EJA (210 minutos)	TQ (210 minutos)
Momento I	45 min	30 min	30 min	45 min
Momento II	35 min	35 min	40 min	20 min
Momento III	35 min	60 min	20 min	20 min
Momento IV	60 min	70 min	70 min	55 min
Momento V	30 min	60 min	40 min	60 min
Momento VI	30 min	30 min	10 min	10 min

Fonte: Elaborado pelo autor.

Referente aos tempos dos momentos desenvolvidos durante a pesquisa (Quadro 3), conseguimos guiar as investigações praticamente nos tempos do planejamento inicial (Quadro 2). Entretanto, houve algumas mudanças mais significativas (grifadas em negrito no Quadro 3) no período de alguns momentos, mas que não acarretaram prejuízos nos resultados desta investigação.

Os grupos foram organizados de acordo com o número dos agentes envolvidos em cada proposta pedagógica e os problemas foram resolvidos como mostrado no Quadro 4:

Quadro 4: Organização dos grupos para as resoluções dos problemas.

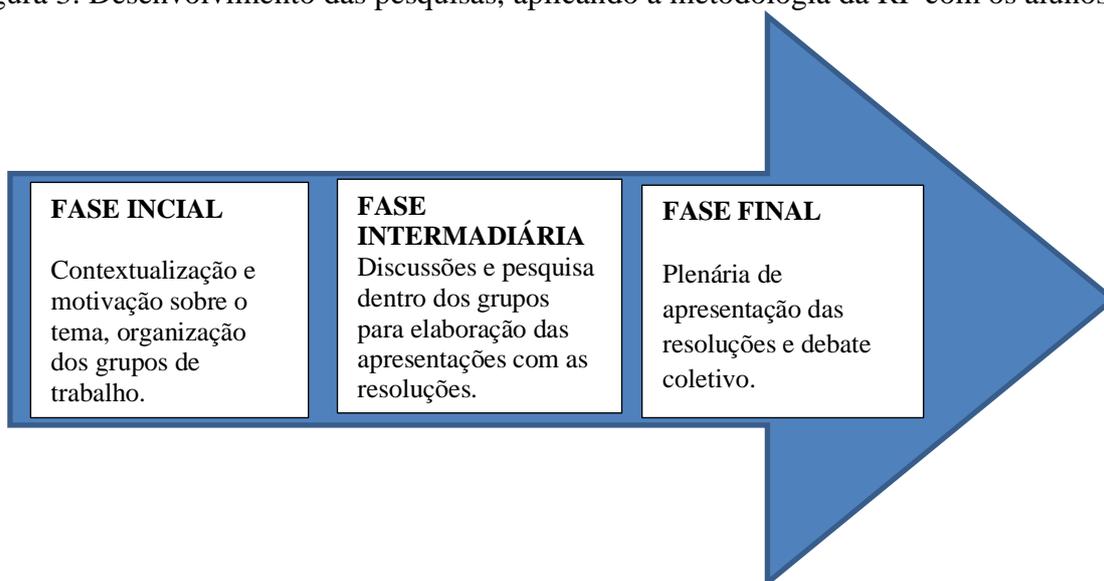
As quatro intervenções pedagógicas realizadas na investigação da tese				
Problemas resolvidos pelos grupos respectivamente indicados	EF (21 alunos)	EM (35 alunos)	EM/EJA (24 alunos)	TQ (29 alunos)
Problema 1 do nível e modalidade correspondentes	Resolvido pelo Grupo 1 (7 alunos)	Grupo 1 (6 alunos);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

Fonte: Elaborado pelo autor.

No EF, tivemos a participação de 21 estudantes, e organizamos a turma em 3 grupos de 7 alunos cada. Assim, cada grupo ficou com a incumbência de resolver 1 problema. Tivemos a participação de 35 discentes na intervenção pedagógica realizada no EM. Organizamos os participantes em 5 grupos de 6 componentes e 1 grupo de 5 integrantes. Demos a tarefa para os grupos 1 e 2 resolverem o problema 1, os grupos 3 e 4 solucionaram o problema 2 e os grupos 5 e 6 o problema 3. Na investigação, tendo os alunos do EM/EJA como sujeitos da pesquisa, houve a participação de 24 indivíduos. Desse modo, formamos 6 grupos de 4 alunos cada. Os grupos 1 e 2 resolveram o problema 1, os grupos 3 e 4 solucionaram o problema 2 e os grupos 5 e 6 o problema 3. Já a pesquisa com os alunos das 3 etapas do TQ teve a participação de 29 estudantes, assim, houve a formação de 5 grupos de 5 integrantes e 1 grupo de 4 pessoas. Assim sendo, os grupos 1 e 2 solucionaram a situação-problema 1, os grupos 3 e 4 resolveram o 2 e os grupos 5 e 6 propuseram resoluções para o problema 3 (Quadro 4).

O esquema da Figura 3 mostra o desenvolvimento das fases que se sucederam nas aulas com os alunos da EB.

Figura 3: Desenvolvimento das pesquisas, aplicando a metodologia da RP com os alunos da EB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o término da sequência didática para o fechamento das atividades, aplicamos um Questionário (Apêndice B), com o objetivo de avaliarmos a contribuição da metodologia da RP no entendimento e compreensão dos conteúdos pelos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades de análise, de raciocínio, de organização de informações, de classificação, de investigação, de tomada de decisão, além de analisar a opinião dos estudantes sobre o trabalho interdisciplinar que efetivamos. Como o desenvolvimento de cada atividade aconteceu em um encontro contínuo, todos os alunos responderam aos questionários.

2.5 QUARTA ETAPA: PRODUÇÃO DE DADOS

Os dados desta pesquisa foram produzidos separadamente em cada aplicação da proposta pedagógica com os estudantes de diferentes níveis e modalidades da EB, por intermédio da realização de questionários (Apêndice B) os quais foram aplicados no final de cada atividade. Segundo Marconi e Lakatos (2003), os questionários são essencialmente um instrumento de coleta de dados, constituídos por um ordenamento de perguntas que, em geral, são respondidas por escrito e sem a presença do pesquisador. É uma técnica bastante viável e pertinente para ser empregada quando se trata de problemas cujos objetivos de pesquisa correspondem a questões de cunho empírico, envolvendo opinião, percepção e posicionamento.

Esses questionários foram aplicados com o intuito de podermos analisar, de forma crítica, aspectos relacionados à metodologia da RP e também como ocorreu a vivência dessa metodologia

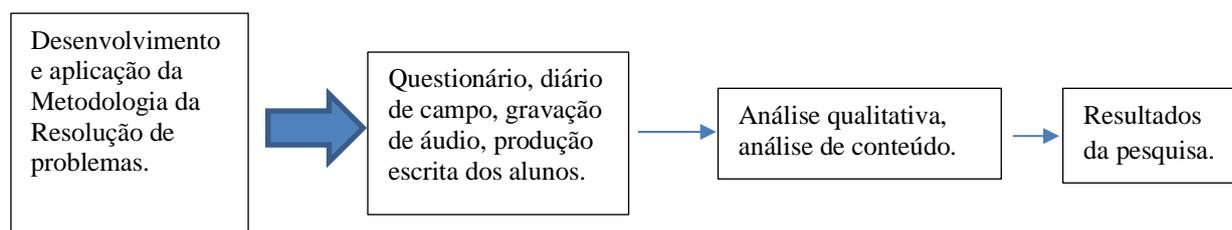
para o Ensino de Ciências/Química e a EA, além de verificarmos a opinião dos estudantes da EB referente ao trabalho interdisciplinar. Durante o desenvolvimento do curso, foi elaborado um Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998), para o registro das observações e fatos marcantes das aulas em que aplicamos a proposta de investigação. Os áudios de todas as aulas foram gravados e transcritos (SANTOS; GRECA, 2007) para a realização da análise dos dados.

Outro instrumento de coleta de dados que utilizamos nesta pesquisa, além dos questionários, diários de campo e áudio, foram as produções escritas dos estudantes, ou seja, os relatórios com as resoluções dos problemas entregues pelos discentes da EB, e no caso dos alunos do EF e EM também os cartazes confeccionados pelos mesmos.

2.6 QUINTA ETAPA: ANÁLISE DOS DADOS

Durante o desenvolvimento e a aplicação da metodologia da RP, foram utilizados questionários, diários de campo, gravações de áudio e produções escritas dos alunos, como técnicas de coleta de dados (como citado anteriormente), para posteriormente serem analisados. Cabe destacar que os diários de campo e as gravações de áudio de cada intervenção pedagógica foram feitos pelos pesquisadores, durante a realização das aulas. Esta pesquisa foi realizada com um total de 109 alunos e os resultados foram explorados de acordo com a análise de conteúdo (BARDIN, 2010) e análise qualitativa (Figura 4).

Figura 4: Proposta pedagógica, técnicas de coleta de dados e técnicas de análise de dados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise de conteúdo é caracterizada como sendo um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados (BARDIN, 2010). Ou a análise de conteúdo é uma técnica de investigação que tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e recorrente do conteúdo manifesto da comunicação (BARDIN, 2010).

Triviños (1987) faz-nos refletir sobre a importância do método da análise do conteúdo na pesquisa qualitativa. Dessa maneira, explica-nos três etapas apontadas por Bardin, como sendo fundamentais no trabalho com a análise de conteúdo (Figura 5) e que devemos considerá-las nesta investigação.

Figura 5: Etapas básicas da análise do conteúdo.

Pré-análise: A organização do material utilizado para a coleta dos dados, assim, como também, outros materiais que podem ajudar a entender melhor o fenômeno e fixar o que o autor define como corpus da investigação, que seria a especificação do campo no qual o pesquisador deve centrar a atenção.

Descrição analítica: Nesta etapa, o material reunido, que constitui o corpus da pesquisa, é aprofundado, sendo orientado em princípio pelas hipóteses e pelo referencial teórico, surgindo desta análise quadros de referências, buscando sínteses coincidentes e ideias divergentes.

Interpretação referencial: É a fase de análise, da reflexão, da intuição, com embasamento em materiais empíricos, estabelecem relações com a realidade, aprofundando as conexões das ideias, chegando, se possível, à proposta básica de transformações nos limites das estruturas específicas e gerais.

Fonte: (TRIVIÑOS, 1987, p. 161).

Na visão de Bardin (2010), faz-se necessário conhecer por qual razão se analisa e se explicita, com o intuito de saber como analisar. Tratar o material é codificá-lo e isso corresponde a uma transformação dos dados brutos do texto, por intermédio de recortes, agregações, enumerações que permitem atingir uma representação de conteúdo ou de sua expressão. De acordo com essa autora, a organização da codificação compreende três escolhas: o recorte (escolha das unidades), a enumeração (escolha das regras de contagem) e a classificação e agregação (escolha das categorias).

A análise dos dados de cada artigo está descrita em cada um respectivamente. Neste momento, explicaremos a categorização dos principais tópicos de discussão das pesquisas efetivadas com os alunos do EF, EM, EM/EJA e TQ. Esse procedimento de categorização foi baseado no objetivo deste texto de doutorado (analisar as formas de contribuição de uma sequência pedagógica implementada, utilizando a metodologia da RP tendo em vista o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a autonomia, para alunos de diferentes etapas e modalidades da EB) e o que a presente pesquisa defende (A metodologia da RP, trabalhada com os princípios e fundamentos da interdisciplinaridade e da EA crítica, pode ser capaz de desenvolver nos estudantes da EB os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a autonomia, referentes aos problemas ambientais e à tomada de consciência a respeito da utilização dos agrotóxicos).

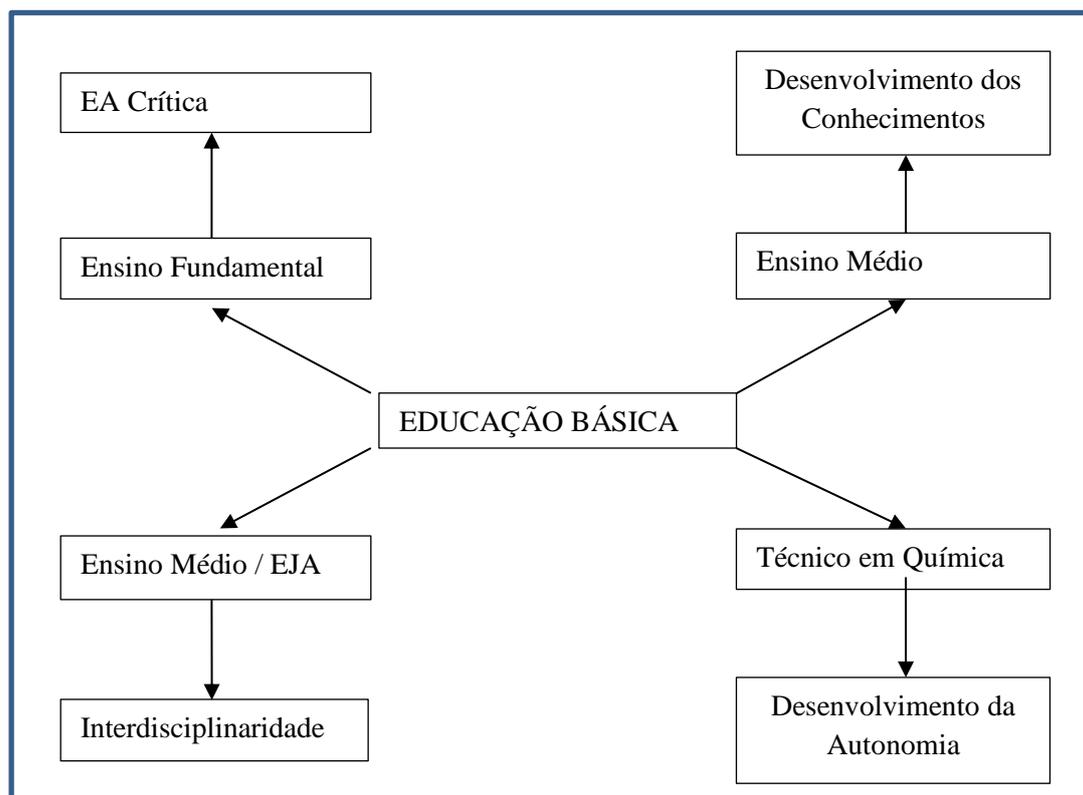
Dessa maneira, a hipótese inicial era de que as quatro intervenções pedagógicas contemplariam os principais tópicos de discussão em cada investigação: EA crítica, tipologias de aprendizagem (desenvolvimento dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais), interdisciplinaridade e desenvolvimento da autonomia. Sempre buscando fazer relações entre esses tópicos e os temas norteadores desta pesquisa: Agrotóxicos e a RP.

Baseados nos estudos de Bardin (2010) e Triviños (1987), referentes à técnica de análise de dados da análise de conteúdo, e levando em consideração o que o presente texto defende, ou seja, conhecer por qual razão estamos analisando, com o intuito de saber como analisar, organizamos os materiais que utilizamos para coleta de dados (diários de campo, áudios, questionários, produções escritas dos estudantes), reunimos esse material, que constitui o corpus da presente pesquisa, para transformar esses dados brutos em textos, fundamentados nas hipóteses de pesquisas, experiências como docentes e pesquisadores e guiados pelos referenciais teóricos presentes nesta investigação. Por fim, interpretamos os dados, refletimos, embasados nos materiais empíricos, estabelecemos relações com a realidade, associações entre as pesquisas, similaridades e divergência de ideias. Dessa maneira, definimos as categorias a posteriori, emergindo das quatro intervenções pedagógicas, sendo essas categorias os principais tópicos de discussão dos resultados obtidos em cada proposta investigativa (Figura 6).

Assim, a hipótese inicial de relacionar os resultados de cada intervenção pedagógica com todos os tópicos de discussão no mesmo patamar não ocorreu após interpretarmos os dados desta pesquisa, pois verificamos que para discutir de forma mais aprofundada cada pressuposto teórico, deveríamos relacionar cada tópico de discussão a um nível de ensino, conforme destaca a Figura 6.

Assim sendo, a categoria definida a posteriori, emergindo a partir da intervenção pedagógica com os alunos do EF, foi a EA crítica, uma vez que a partir dos resultados obtidos nessa etapa da pesquisa, conseguiu-se relacioná-los principalmente com os princípios da EA crítica. Já os resultados da atividade com os alunos do EM foram analisados, tendo em vista o desenvolvimento dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais. No que diz respeito ao EM/EJA, a partir da análise dos resultados, os princípios da interdisciplinaridade foram a categoria de discussão definida. Por último, no TQ evidenciou-se o desenvolvimento da autonomia dos educandos, como principal categoria de discussão a partir dos resultados dessa proposta investigativa (Figura 6).

Figura 6: Categorias criadas a posteriori emergindo a partir de cada intervenção pedagógica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

2.7 CONTEXTO DA PESQUISA

2.7.1 Cenário

A investigação realizada com os alunos do EF aconteceu em uma Escola Pública Estadual de Educação Básica da cidade de Porto Alegre/RS. Essa escola atende aproximadamente 300 alunos do EF com idades entre 6 e 19 anos.

As pesquisas realizadas com os estudantes do EM e EM/EJA, sucederam em outra Escola Pública Estadual de Educação Básica da cidade de Porto Alegre/RS. A mesma atende a discentes do EF, EM e EM modalidade da EJA. Possui aproximadamente 1100 estudantes de 6 a 62 anos.

Já a investigação realizada com os alunos do TQ, foi realizada em um Colégio Público Estadual de Educação Básica da cidade de Porto Alegre/RS. Essa escola oferece os cursos de Ensino Médio regular, Técnico em Informática, Técnico em Informática para Internet e Técnico em Química. Essa instituição atende aproximadamente 700 alunos com idades entre 17 e 59 anos.

2.7.2 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa participantes das intervenções pedagógicas do EF e EM estudam no turno da manhã nas respectivas escolas citadas anteriormente, e os agentes envolvidos neste estudo do EM/EJA e do TQ são estudantes do turno noturno. A grande maioria dos alunos matutinos não iniciou suas vidas profissionais, e os poucos alunos que iniciaram são alunos oriundos do EM e fazem estágios com carga horária de 4h a 6h diárias. Já praticamente todos os estudantes noturnos, majoritariamente, trabalham em empregos formais e não formais, com carga horária variando de 6h a 10h diárias.

A seguir está descrita a faixa etária dos alunos da Educação Básica que participaram da pesquisa:

- Faixa etária dos participantes do EF: De 14 a 16 anos.
- Faixa etária dos participantes do EM: De 16 a 20 anos.
- Faixa etária dos participantes do EM/EJA: De 18 a 39 anos.
- Faixa etária dos participantes do TQ: De 18 a 41 anos.

2.8 REFERÊNCIAS

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

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.

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

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

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

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

GOI, M. E. J. **A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas**. 2004. 151f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n.3, p.203-209, ago. 2009.

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

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

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

SANTOS, T. M. F; GRECA, M. L. **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. 440 p.

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

SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano**: Ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos. 1 ed. São Paulo: Global, 2013.

TRIVIÑOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. 175p.

Capítulo 3

*A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM DIFERENTES ETAPAS E
MODALIDADES DA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA*

*U*ma atividade de investigação deve partir de uma situação problematizadora e deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, enfim, levá-lo a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer.

O AUTOR.

A resolução de problemas em diferentes etapas e modalidades da educação básica: Uma revisão bibliográfica¹⁵

Problem solving in different grades and modalities of basic education: a bibliographic review

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro¹⁶

Camila Greff Passos¹⁷

Tania Denise Miskinis Salgado¹⁸

Resumo: O presente trabalho objetiva verificar a viabilidade de estudos relacionados à Resolução de Problemas desenvolvidos com alunos de diferentes níveis e modalidades da Educação Básica. Para tanto, realizou-se um levantamento bibliográfico nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências nos anos de 2011 a 2017. A análise de conteúdo realizada nos trabalhos revelou que dos 43 trabalhos identificados, 18 tratam da metodologia da Resolução de Problemas em pesquisas realizadas com estudantes da Educação Básica. As pesquisas apresentam, na sua grande maioria, perfil qualitativo com a análise das produções escritas dos estudantes como principal instrumento de análise e coleta de dados. Além disso, mais da metade dos autores e das pesquisas executadas corresponde a instituições de ensino superior das regiões Sul e Sudeste. Os artigos considerados mostraram que metodologias problematizadoras podem ser capazes de melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Além do mais, as pesquisas foram expressivas para que os educandos fossem autônomos na construção de seu próprio conhecimento. **Palavras chave:** revisão bibliográfica, resolução de problemas, educação básica, ensino de ciências.

Abstract: The present study aims to verify the viability of studies related to Problem Solving developed with students from different grades and modalities of Basic Education. Therefore, a bibliographic survey was conducted in the minutes of the National Meeting of Research in Science Education from 2011 to 2017. The content analysis carried out in the articles revealed that from 43 articles found, 18 deal with methodology in research conducted with BE students. Most of the researches present a qualitative profile with the analysis of the written productions of the students as the main instrument of analysis and data collection. In addition, more than half of the authors and surveys carried out correspond to higher education institutions in the South and Southeast regions. The articles that were investigated showed that problematizing methodologies might be able to improve the teaching-learning process. Furthermore, the researches were impactful in the student's autonomous construction of their knowledge.

Keywords: bibliographic review, problem solving, basic education, science teaching.

¹⁵ Artigo submetido para publicação na Revista Thema, ISSN 2177-2894.

¹⁶ Doutorando em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialista em Educação Ambiental (Senac), graduado em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

¹⁷ Doutora em Educação Química e mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e licenciada em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Educação Química.

¹⁸ Doutora em Ciências com Área de Concentração Física Experimental, Mestre em Engenharia de Materiais e Bacharel em Química, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3.1 INTRODUÇÃO

O presente artigo faz parte de uma investigação em andamento para compor uma tese de Doutorado, cujo principal objetivo é analisar as formas de contribuição de uma sequência pedagógica implementada, utilizando a metodologia da Resolução de Problemas (RP) tendo em vista o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998), bem como a autonomia (ZABALA, 1998; FREIRE, 2000), para alunos de diferentes etapas e modalidades da Educação Básica (EB) (RIBEIRO, PASSOS, SALGADO, 2018a, 2019a, 2019b). Dessa maneira, surgiu a necessidade de uma atualização da revisão bibliográfica sobre o uso da metodologia da RP na EB, para sustentar o trabalho que temos efetivado. Neste artigo, apresentaremos um levantamento bibliográfico realizado nos trabalhos sobre RP em Ciências da Natureza, publicados nas atas dos quatro últimos ENPECs¹⁹ (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências) realizados em 2011, 2013, 2015 e 2017. O ENPEC ocorre desde 1997 e segundo Delizoicov, Slong e Lorenzetti (2007) se tornou um *locus* privilegiado de interação e disseminação multidisciplinar do conhecimento produzido em estudos na área da educação em Ciências no Brasil. No que tange à RP, os educandos precisam ter uma postura ativa, com o intuito de construir o conhecimento de forma autônoma, consciente, reflexiva, sendo o professor o mediador da aprendizagem (LIMA *et al.*, 2017).

Trabalhar com os aprendizes, utilizando atividades investigativas com o objetivo de construir conceitos é uma maneira de possibilitar ao educando ser atuante em seu processo de aprendizagem (VASCONCELOS *et al.*, 2007). Uma atividade de investigação deve partir de uma situação problematizadora e deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar, enfim, levá-lo a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdos (AZEVEDO, 2004).

Frente a esse contexto, neste trabalho, buscamos identificar o perfil dos procedimentos investigativos sobre o uso da RP no Ensino de Ciências nos trabalhos apresentados no ENPEC de 2011 até 2017, pois consideramos que estes representam uma fonte de dados rica em diversidade de aspectos teórico-metodológicos das pesquisas realizadas na área. Para tanto, as questões que norteiam esta pesquisa são: A RP vem sendo utilizada no Ensino de Ciências com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB? Quais são os conteúdos e contextos utilizados nas experiências e pesquisas relatadas? Qual o perfil dos trabalhos apresentados quanto à natureza das

¹⁹ Na data de submissão do presente artigo, os trabalhos aprovados no ENPEC/2019 não tinham sido publicados.

pesquisas e à origem geográfica dos pesquisadores? Quais são as tendências pedagógicas utilizadas?

3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A RP é encontrada em muitos estudos na literatura relacionada ao Ensino de Ciências e Química na EB (PICCOLI et al., 2015; GOI; SANTOS, 2015, BRITO; FIREMAN, 2016; VIEIRA et al., 2013). Além disso, os resultados apresentados por esses estudos revelam um aporte expressivo no que diz respeito à aprendizagem dos educandos, uma vez que é uma metodologia centrada nos aprendizes e na construção do conhecimento por eles que tem participação ativa no processo de ensino e aprendizagem, envolvendo conhecimentos científicos contextualizados por intermédio de situações-problema.

Corroborando a ideia da viabilização do emprego da metodologia da RP na EB, Piccoli *et al.* (2015) realizaram um estudo que teve como finalidade apresentar a análise dos resultados parciais da utilização de uma proposta de ensino de Química centrada em pesquisa feita no Ensino Médio (EM) de uma escola pública de Porto Alegre, fazendo uso da metodologia da RP, tendo em vista os conteúdos de interações intermoleculares e propriedades de alguns elementos e substâncias. Dessa maneira, o que os estudiosos observaram pela análise posterior feita foi a melhora na participação dos alunos nas aulas de Química, além do aumento de sua autonomia no que tange à busca de informações, de estratégias e ao posicionamento em relação a alguns assuntos de seu dia a dia. A proposta construída pelos autores foi elaborada em etapas que envolveram motivação para a atividade proposta com exibição de vídeos e construção de conceitos, levando em consideração temas do cotidiano. A resolução dos diferentes problemas foi realizada em grupos, dando liberdade aos alunos de expressarem suas dúvidas, contudo sem receberem respostas prontas da docente que os instigava a buscarem as respostas a partir do que já tinham trabalhado, sendo mediadora do aprendizado. Ao final do processo, que durou 5 aulas, houve apresentação oral dos resultados com posterior escrita de um relatório.

Outro trabalho que logrou êxito, haja vista a metodologia da RP, foi o de Goi e Santos (2015). As autoras apresentaram experimentos didáticos, envolvendo a implementação de atividades de RP relacionadas ao uso do laboratório didático por três professores da EB na disciplina de Química da região metropolitana da cidade de Porto Alegre. O trabalho teve como meta oferecer aos educandos melhores oportunidades para a aprendizagem do conhecimento científico. Dessa forma, de acordo com as autoras, os experimentos didáticos relatados e analisados demonstraram que a metodologia da RP é uma opção eficiente para o ensino experimental de Ciências, além de aumentar a criatividade dos aprendizes que desenvolveram habilidades

cognitivas e sociais. Assim sendo, os estudantes foram incentivados a trabalharem em grupos com o objetivo de construir o conhecimento científico de maneira colaborativa. A sequência organizacional abrangeu etapas as quais direcionaram o trabalho ao êxito. Houve motivação para o início da atividade, a proposição dos problemas e a divisão da turma em grupos com a finalidade de levantarem hipóteses, planejar possíveis soluções que comprovassem suas hipóteses. Além disso, ocorreu a realização da prática em laboratório para averiguar se as tarefas sugeridas eram suficientes para a resolução do problema dado. Da mesma forma, foi oportunizada a socialização das estratégias elaboradas por intermédio de uma exposição oral, relatando as estratégias adotadas para a solução dos problemas, assim como os erros ocorridos e os resultados obtidos. Outrossim, os educandos apresentaram um relatório escrito, tendo em vista suas construções a partir das situações-problema. A maioria das estratégias experimentais, segundo as pesquisadoras, foram encontradas nos livros-texto, na internet e em diferentes fontes usadas na pesquisa teórica. Após esse trabalho, as autoras perceberam que houve um comprometimento maior com a metodologia da RP, mostrando-se mais motivadora para as atividades sugeridas.

Na mesma linha de pensamento, Vieira et al. (2013) efetuaram uma investigação que teve como meta apresentar uma possibilidade de trabalho com o tema simetria em sala de aula do EF, utilizando a metodologia da RP com alunos do 7º ano. Para os autores, após a análise de dados, a RP potencializou a aprendizagem. Além disso, mostrou que, em ambiente de investigação, os educandos são capazes de identificar propriedades, argumentar acerca das características geométricas notadas e justificar suas afirmações. Para os estudiosos, a utilização da metodologia da RP deu-se pelo fato de eles perceberem que esse método é uma maneira de os aprendizes produzirem conhecimento formal de simetria, partindo da intuição, exploração e investigação, nunca se esquecendo da relevância da mediação do professor. Da mesma forma, entendem que a metodologia da RP foi significativa à aprendizagem dos estudantes, facilitando a constituição de um ambiente de investigação em que, pelo diálogo, mediação do professor, participação ativa dos estudantes a construção do conhecimento foi sendo realizada.

Ratificando a importância de uma metodologia investigativa como a RP, Brito e Fireman (2016) efetuaram um estudo que apontou o Ensino de Ciências por investigação como uma prática pedagógica que possibilita a alfabetização científica nos primeiros anos do EF. Para realizar o levantamento de dados, os pesquisadores aplicaram uma sequência didática, abordando a temática “De onde vem o arco-íris?”. A pesquisa foi desenvolvida em um 5º ano e os resultados revelaram que os estudantes, quando solicitados a realizar investigações análogas às feitas pela cultura científica, desenvolvem conteúdos conceituais em contexto dotado de significados. Os pesquisadores perceberam que os aprendizes se tornaram capazes de utilizar conceitos científicos

como instrumentos de leitura, significação, assim como compreensão de mundo, ou seja, alfabetizaram-se cientificamente. A metodologia empregada utilizou aulas dialogadas nas quais o docente orienta a aprendizagem com o intuito de levar o educando aprender a aprender, vídeos, projetor, proposição de problemas, leitura de texto relacionada ao problema apresentado. Após averiguação dos dados, os estudiosos chegaram à conclusão de que o ensino por investigação é uma metodologia eficiente para os propósitos de alfabetizar cientificamente os educandos. Essa afirmação foi confirmada, uma vez que os aprendizes, mediados pelos problemas a serem solucionados, mostraram-se como protagonistas ativos na construção da aprendizagem. Segundo os pesquisadores, os educandos não se constituíram como simples observadores da aula do docente. Nesse tipo de ensino, os alunos demonstraram empatia pelo problema a ser solucionado e, instigados pela curiosidade, desenvolveram habilidades, tais como: capacidade de manipular variáveis, de questionar evidências, de investigar situações controversas, de organizar dados e de comunicar métodos de forma coerente. Além disso, outras habilidades foram apresentadas pelos discentes: pensamento crítico, raciocínio, flexibilidade, argumentação, solução de problemas e síntese, assim como autonomia.

Entendemos que a escola, cada vez mais, desempenha diversos e novos papéis em nossa sociedade devido a uma mudança constante. Para isso, é importante que o docente esteja preparado para os novos e crescentes desafios de uma geração que está em contato frequente com novas tecnologias, assim como com fontes de acesso ao conhecimento. E para superar esses desafios, esses docentes devem estar atentos a novas metodologias de ensino e preparados e “abertos” a novas possibilidades de métodos pedagógicos no processo de ensino e aprendizagem, principalmente metodologias problematizadoras e investigativas, capazes de melhorar a qualidade de ensino.

Pelo estudo que estamos realizando na EB e pela análise de trabalhos científicos de outros autores, acreditamos que a RP é uma metodologia capaz de melhorar o processo de ensino e aprendizagem e ajudar no desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998), bem como a autonomia dos estudantes da EB. Nesse sentido, justificamos a revisão bibliográfica realizada para fundamentar as investigações empreendidas.

3.3 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se por ter um caráter qualitativo (LUDKE; ANDRE, 1986). Com o objetivo de conhecer e analisar os trabalhos considerados, fizemos um estudo exploratório dos artigos científicos publicados no ENPEC no período de 2011 a 2017, sendo as buscas feitas

inicialmente pelos títulos dos artigos, leitura de resumos, em alguns trabalhos leitura do documento na íntegra, a partir da busca pelas palavras-chave: “Aprendizagem Baseada em Problemas”, “Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas”, “Metodologia da Resolução de Problemas”, “Problemas”, “Resolução de Problemas”, e “Solução de Problemas”. A análise foi feita para reagrupar os artigos selecionados em categorias mais específicas, de acordo com os objetivos deste trabalho, para um melhor tratamento das informações.

Utilizamos a Análise de Conteúdo (AC), que se caracteriza como um dos procedimentos clássicos para interpretar materiais textuais. Bardin (2010) explica que a AC é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, além de possibilitar “a interferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), interferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (p. 40).

O Quadro 5 mostra o número de trabalhos apresentados em cada ENPEC relacionados à RP.

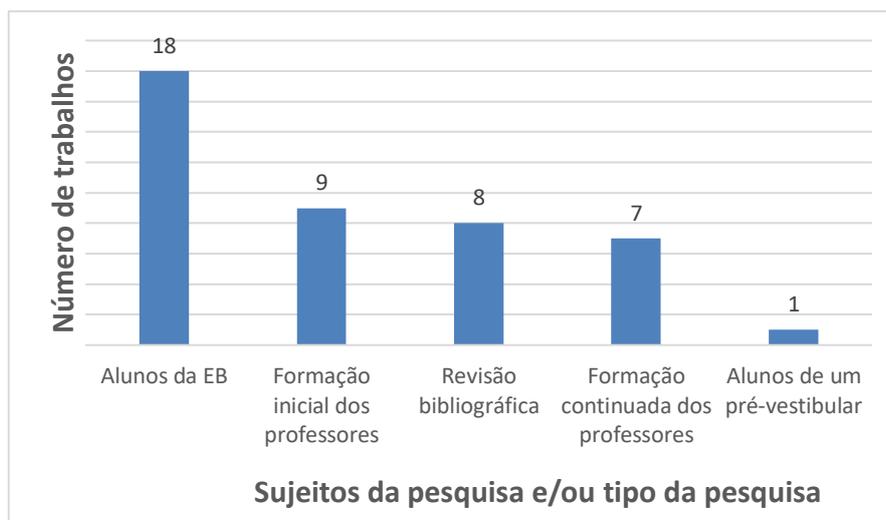
Quadro 5: Trabalhos acadêmicos publicados nos ENPECs (2011 a 2017) sobre RP.

Ano	Trabalhos sobre RP publicados no ENPEC 2011 a 2017
2011	7
2013	10
2015	9
2017	17
Total de trabalhos	43

Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerados os 43 trabalhos sobre RP, num segundo momento fizemos uma análise mais detalhada (análise do título, palavras-chaves, resumo e, em alguns casos, a leitura integral do documento) para considerar os elementos teóricos de cada artigo e diferenciar o público-alvo ou sujeitos da pesquisa nos quais a metodologia da RP foi empregada ou pesquisada (Gráfico 2). Essa pesquisa mais particularizada foi essencial para concretizar os objetivos do nosso estudo exploratório. Segundo Bardin (2010), a AC constitui uma técnica de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de artigos científicos. Nesse sentido, essa análise auxilia o pesquisador a destacar ideias, enunciados e proposições do documento que possam ter significado isolado. Além disso, torna-se necessário compreender por qual razão se analisa e se explicita, de modo que se possa saber como analisar para que o objetivo da pesquisa seja concretizado.

Gráfico 2: Sujeitos da pesquisa e/ou tipo da pesquisa nos ENPECs (2011 a 2017) sobre RP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Num terceiro momento, os trabalhos selecionados, que têm como sujeitos da pesquisa alunos da EB, foram analisados conforme alguns critérios apresentados em estudo anterior realizado em anais do ENPEC descritos na literatura (GRECA; COSTA; MOREIRA, 2002). Sendo estes: Conteúdo específico e/ou componente curricular (Biologia, Física, Química, Ciências); natureza da pesquisa (qualitativa e/ou quantitativa); instrumentos de coleta de dados; origem geográfica dos pesquisadores (unidade da federação brasileira).

Ademais, sobre a sequência didática, os artigos foram examinados quanto aos aspectos metodológicos: motivação, formação de grupos, problemas contextualizados com a vivência dos educandos, formulação de hipóteses, busca de informações, mediação do docente numa abordagem comunicativa dialógica, relatório escrito com as resoluções ou anotações, socialização dos resultados com os demais grupos e mudança na postura dos alunos.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos pressupostos metodológicos apresentados e priorizando o objetivo da nossa pesquisa, a AC dos trabalhos revelou que 18 textos identificados tratam da metodologia da RP em pesquisas realizadas com estudantes da EB (Quadro 6).

Quadro 6: Trabalhos publicados nos ENPECs (2011 a 2017) que tratam da metodologia da RP em pesquisas realizadas com estudantes da EB.

Trabalhos: Título, Autores e ano de publicação nos ENPECs	Público alvo
1. Analogias na Aprendizagem Baseada em Problemas: Analisando o Discurso Docente/Discente em um Curso de Férias (ARAÚJO; MALHEIRO, 2013).	Ensino Fundamental (EF) e EM
2. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Fundamental II: reflexões sob uma perspectiva geocientífica (FINCO-MAIDAME; MESQUITA, 2017).	EF
3. Ensinando densidade por problemas e experimentos: será que afunda ou não afunda? (FRANÇA; MALHEIRO, 2017).	EF
4. Problematizar situações de ensino e desenvolver habilidades cognitivas: estudo do congelamento superficial da água de lagos (KÜLL; ZANON, 2017).	EF
5. Alfabetização Científica no Ensino Fundamental a partir da Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas (OTTZ; PINTO; AMADO, 2015).	EF
6. Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas e a elaboração de questões no Ensino Fundamental (OTTZ; PINTO; AMADO, 2017).	EF
7. A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas na Educação de Jovens e Adultos (RIBEIRO <i>et al.</i> , 2017).	EM modalidade da Educação de Jovens e Adultos (EJA).
8. Análise de um problema elaborado por uma professora de Química do ensino médio: um estudo de caso sobre estequiometria (BATINGA; TEIXEIRA, 2011).	EM
9. Uma Investigação sobre a Aprendizagem Baseada em Problemas nas Ciências da Natureza: percepções de um grupo de estudantes do Ensino Médio (LIMA; VALENTIM, 2015).	EM
10. A resolução de problemas de biologia com base em atividades experimentais investigativas: uma análise das habilidades cognitivas presentes em alunos do ensino médio durante um curso de férias (MALLHEIRO; TEIXEIRA, 2011).	EM
11. Uma atividade investigativa sobre a primeira lei da termodinâmica: considerações sobre o processo de problematização (PEDROSO <i>et al.</i> , 2017).	EM
12. A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica (PICCOLI <i>et al.</i> , 2015).	EM
13. O uso da Metodologia ABP no Ensino Médio, como aperfeiçoamento e colaboração para melhor aprendizagem (SANTOS; BOTTECHIA, 2017).	EM
14. Atividades de Estudo hipermediáticas e resolução de problemas de Física (VIDMAR, 2013).	EM
15. Relações entre a memória de trabalho e resolução de problemas químicos (ALVES; SILVA, 2017).	EM
16. Argumentatividade e Alfabetização Científica: analisando a comunicação da informação em situações-problema (OLIVEIRA; BOCCARDO; JUCÁ-CHAGAS, 2017).	EM
17. Usando a base orientadora da ação para resolver problemas de química no ensino médio (SILVA; CAVALCANTE, 2011).	EM
18. Promoviendo buenas preguntas en la clase de ciencias a partir de situaciones problema (ROJAS; JOGLAR, 2017).	EM

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme os dados do Quadro 6, a maior parte das investigações foram realizadas com estudantes do EM (12 trabalhos), sendo o trabalho 7 o único referente à modalidade da EJA, levando-nos a crer que há uma carência de estudos associados a essa modalidade de ensino.

A análise bibliográfica das pesquisas analisadas nos permitiu construir o Quadro 7, que mostra o componente curricular e o conteúdo específico das Ciências da Natureza (CN) trabalhados em cada artigo correspondente.

Quadro 7: Componente curricular, conteúdos e contextos dos trabalhos analisados.

Sujeitos da pesquisa	Área do conhecimento	Componente curricular	Conteúdos e Contextos	Trabalhos correspondentes
EF e EM	CN	Ciências e Biologia	Sistemas biológicos	1
EF	CN	Ciências	Origem e evolução do universo	2
			Densidade	3
			Congelamento superficial da água dos lagos	4
			Agricultura	5
				6
EM (EJA)	CN	Química	Agrotóxicos	7
EM	CN	Química	Estequiometria	8
		Química e Biologia	Não especificaram o conteúdo	9
		Biologia	Seres vivos: estrutura dos animais	10
		Física	1ª lei da termodinâmica	11
		Química	Interações intermoleculares, propriedade dos materiais	12
		Química	Ácidos e bases	13
		Física	Densidade dos fluidos	14
		Química	Estequiometria	15
		Biologia	Biodiversidade e macro evolução	16
		Química	Metais	17
		Biologia	Membrana Plasmática	18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando o Quadro 7, percebemos que no componente curricular Química mais pesquisas foram desenvolvidas com o uso da RP na área de conhecimento das Ciências da Natureza aplicadas a diversos conteúdos. No que diz respeito aos conteúdos específicos, estes estão totalmente relacionados ao seu componente curricular e adequados às etapas de escolaridade nos quais foram apresentados (Quadro 7).

Relativamente aos artigos 8 e 15, eles trabalharam o conteúdo estequiometria. Como pudemos verificar, os assuntos dos artigos praticamente não se repetiram, mostrando uma grande variedade de conteúdos conceituais que podem ser empregados, tendo como base metodologias problematizadoras baseadas na RP, que são capazes de fazer com que os educandos reflitam acerca dos temas e conteúdos abordados nas CN.

Outrossim, podemos afirmar que todos os artigos identificaram os conteúdos específicos trabalhados, com exceção do artigo 9 (Quadro 7). Entretanto, os autores declararam que se ocuparam com assuntos relacionados às disciplinas de Química e Biologia. Isso nos leva a crer que por intermédio da metodologia da RP podem ser contextualizados variados temas no espaço escolar, tendo em vista diferentes componentes curriculares.

Ainda analisando o Quadro 7, quanto aos contextos, verificamos que os artigos 5, 6 e 7 trabalharam temas que podem ser interligados, como agricultura e agrotóxicos. Sendo estes os temas identificados nos trabalhos analisados. Como sabemos, a utilização de agrotóxicos está associada ao constante crescimento da população mundial. Assim sendo, a produção agrícola necessita ser mais eficiente, utilizando fertilizantes e agrotóxicos, segundo a justificativa de produtores desses produtos químicos. Contudo, o uso de agrotóxicos traz danos à saúde humana e ao meio ambiente (RIBEIRO, PASSOS, SALGADO, 2018b). Peres e Moreira (2003) explicam que os seres humanos são atingidos por esses produtos químicos de três maneiras, quais sejam: durante a sua fabricação, no momento da sua aplicação e ao consumir um produto contaminado. Além disso, pesquisas mostram que os agrotóxicos estão associados a problemas neurológicos como o Mal de Alzheimer, assim como o desenvolvimento de transtorno de déficit de atenção com hiperatividade em crianças, além de problemas hormonais e de câncer, linfoma não-Hodgkin, leucemia, má-formação genética, entre outros (PERES; MOREIRA, 2003; RIBEIRO, PASSOS, SALGADO, 2018b). Apontamentos que justificam o trabalho destes conteúdos e contextos na EB.

3.4.1 Procedimentos metodológicos das pesquisas encontrados na revisão

Sobre a natureza da pesquisa (qualitativa e/ou quantitativa), verificamos que a maioria dos artigos analisados em nosso estudo exploratório possui caráter qualitativo (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10,

11, 12, 16 e 17) e que quatro trabalhos são de natureza qualitativa e quantitativa concomitantemente (9, 13, 14, 18) e apenas o trabalho científico 15 é de natureza exclusivamente quantitativa.

No que tange à pesquisa qualitativa, toda abordagem pode ser considerada inédita, já que um mesmo fato pode ser tratado por um determinado pesquisador, conforme a visão de um referencial ou ainda de acordo com um método que ainda não tenha sido levado em consideração em outras pesquisas, garantindo às mesmas uma riqueza de significações. A pesquisa qualitativa tem como principal meta interpretar o fenômeno que se pretende observar. Por isso, pesquisar qualitativamente é observar, analisar, descrever, compreender o fenômeno com o objetivo de entender seu significado.

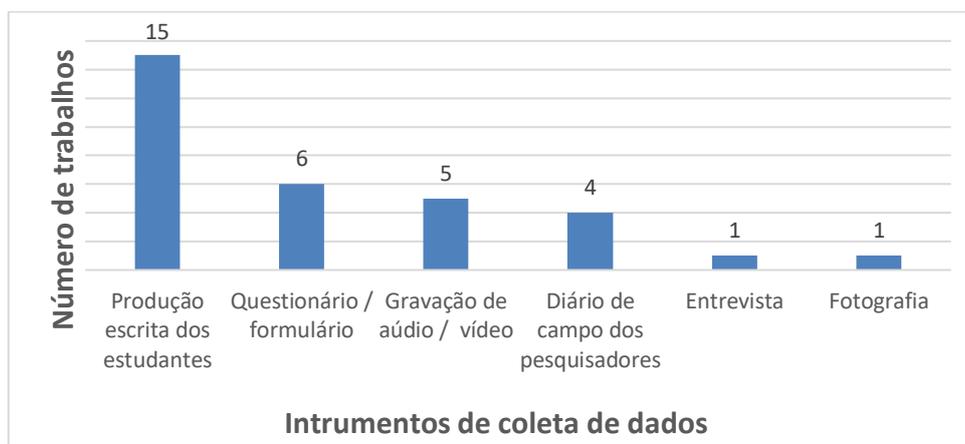
De acordo com Denzin e Lincoln (2006), a pesquisa qualitativa abrange uma abordagem interpretativa do mundo, o que quer dizer que os pesquisadores estudam as coisas em seus cenários naturais, tentando compreender os fenômenos em termos dos significados que as pessoas a eles conferem. Da mesma maneira, Vieira e Zouain (2005) declaram que a pesquisa qualitativa confere essencial valor aos depoimentos dos atores sociais envolvidos aos discursos e às significações transmitidas por eles. Assim sendo, a pesquisa qualitativa valoriza a descrição detalhada dos fenômenos e dos elementos que a envolvem.

Sobre os instrumentos de produção de dados utilizados nos estudos considerados em nossa pesquisa, quase todos os trabalhos científicos, com exceção dos artigos 2, 9 e 15, utilizaram a produção escrita dos alunos. Nesse sentido, entendemos como é importante o estudo sobre o uso da linguagem no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que a comunicação escrita faz com que os educandos se apropriem dos conceitos relacionados, no caso do nosso estudo, às Ciências, à Química, à Biologia e à Física. Além disso, esse material escrito auxilia o pesquisador a avaliar o resultado de seu trabalho e a fidedignidade de suas afirmações acerca do que está propondo nos seus objetivos.

Entretanto, destacamos que nem sempre os autores apontaram claramente o percurso metodológico e os instrumentos utilizados para a coleta e análise dos dados. Um padrão de escrita recorrente em estudos anteriores (GRECA; COSTA; MOREIRA, 2002).

Os pesquisadores dos artigos 2, 7, 11 e 16 realizaram um Diário de Campo das investigações feitas, assim como os pesquisadores dos artigos 2, 4, 7, 8 e 15 valeram-se de áudio/vídeo em seus trabalhos. Os artigos 2, 5, 7, 9, 13 e 15 apresentaram um questionário/formulário a serem respondidos pelos sujeitos da pesquisa. Vale ainda salientar que o artigo 4 exibiu fotografias e o 5 apresentou uma entrevista. Os instrumentos de coleta de dados utilizados nos artigos considerados podem ser visualizados no Gráfico 3.

Gráfico 3: Instrumentos de coleta de dados dos trabalhos analisados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tendo em vista a análise do Quadro 8, que diz respeito à origem geográfica dos pesquisadores das instituições de ensino superior e básico*, percebemos que apenas um pesquisador é de escola de educação básica estadual e não é integrante de instituição de ensino superior. Pela averiguação realizada, notamos que a região Sudeste é a que possui maior número de pesquisadores e trabalhos realizados. Além disso, mais da metade dos pesquisadores e das pesquisas executadas corresponde a instituições de ensino superior federais e estaduais das regiões Sul e Sudeste.

Quadro 8: Origem geográfica dos pesquisadores nos trabalhos analisados.

Origem	Número de pesquisadores	Artigos correspondentes
Região Sul - Federal	13	7,9,12,14
Região Sudeste - Federal	12	4,5,6,11
Região Sudeste - Estadual	3	2,10
Região Centro-oeste - Estadual	2	13
Região Nordeste - Federal	7	8,15,16,17
Região Nordeste - Estadual	1	16
Região Norte - Federal	4	1,3,10
Região Norte - Estadual	1	1
Exterior	2	18
Região Sul – Estadual*	1	7

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados referentes à natureza da pesquisa e à origem dos pesquisadores são convergentes aos da análise realizada por Greca, Costa e Moreira (2002).

3.4.2 Procedimentos das experiências didáticas

Sobre a sequência didática, a utilização de alguns procedimentos motivacionais foi percebida durante a análise dos trabalhos. Por exemplo, o uso de vídeos e questionamentos que aguçaram a curiosidade dos participantes antes de serem apresentados aos problemas ou antes de eles próprios elaborarem os seus. Isso ocorreu nos artigos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 16 e 17. Nos trabalhos científicos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14 e 16, houve a formação de grupos. A utilização de problemas contextualizados com a vivência do educando foi verificada nos artigos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 e 14. Ao chegar ao ambiente escolar, o aluno já possui alguns conhecimentos sobre as situações do seu dia a dia, advindos de suas experiências e vivências. Assim, tomar como ponto de partida situações-problema, de forma a lidar com algo da sua realidade ou próximo do estudante, como relatado no artigo 14, possibilita ao mesmo ter algo a dizer sobre elas, viabilizando o diálogo problematizador.

Kauark e Muniz (2011) acreditam que sem propósito e fontes motivacionais a educação chegará ao fim e “sem significado a educação não tem propósito” (p.66). Os mesmos autores afirmam que a prática pedagógica e a motivação devem estar lado a lado para que assim “a educação se processe na excelência para o seu mais nobre fomento: a formação do homem cidadão, preparado para a vida e para o trabalho, sobretudo se essa prática se efetiva no contexto escolar” (KAUARK; MUNIZ, 2011, p.18). Dessa maneira, se considerarmos que a motivação contribui ao processo de ensino e aprendizagem é imprescindível que se dê a devida importância a tal, para que se alcance êxito satisfatório e significativo nas rotinas de sala de aula.

Onuchic e Allevato (2008) entendem que devemos oportunizar aos alunos que aprendam uns com os outros, pois aprender é, muitas vezes, um processo compartilhado. Os estudantes precisam experimentar esse processo colaborativo, progredindo em direção a um objetivo através de esforços combinados de muita gente. Entendemos que as atividades devem ser realizadas em grupo, com ênfase na colaboração entre seus componentes e não no comportamento competitivo deles. Outrossim, as tarefas estão relacionadas ao refletir, conversar, argumentar com o grupo e na divulgação dos resultados para os demais grupos da sala. Ou seja, acreditamos que devemos organizar os educandos em pequenos grupos, permitindo que sua aprendizagem em sala de aula se realize, também, no contexto desses grupos.

Além disso, por ser uma metodologia ativa, está baseada na resolução de situações-problema, envolvendo, por parte do educador, perguntas abertas com o intuito de identificar e solucionar problemas propostos a partir da realidade na qual estão inseridos os alunos. Ensinar, tendo em vista o contexto ao qual pertencem os educandos, significa oportunizar melhores condições com a finalidade de que eles possam apropriar-se de um dado conhecimento e de uma informação (MACHADO, 2005).

Da mesma forma, metodologias baseadas na RP podem ser capazes de levar em consideração os conhecimentos prévios dos aprendizes. O docente busca, na vivência dos estudantes, numa aula dialogada e participativa, informações que sejam significativas e se conectem aos novos conteúdos apresentados os quais partem da realidade dos educandos, proporcionando atividades que despertem o interesse dos alunos. Assim sendo, quanto maior o interesse dos aprendizes, mais motivados eles estarão para agregar o novo conhecimento aos conhecimentos já adquiridos, seja informal ou formalmente. Nessa metodologia, os problemas apresentados devem permitir aos estudantes opinar, trocar ideias, debater, levantar hipóteses, já que acreditamos que o conhecimento necessita ser construído pelos próprios participantes da resolução do problema a ser solucionado. Entretanto, a figura do professor é importante no sentido de guiar o processo cognitivo de aprendizagem. O papel do docente é o de mediador da aprendizagem, uma vez que os educandos, no momento em que discutem a resolução de determinado problema, são livres para construir o conhecimento, podendo cometer erros. Dessa forma, é função do professor supervisionar o processo e agir como orientador dos mesmos (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006).

O único trabalho feito, ao mesmo tempo, com alunos do EF e EM foi o de 1. Os autores relataram ter como objetivo debater o uso de analogias relacionado à metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Dessa forma, os estudiosos resolveram averiguar de que maneira a utilização de analogias, por alunos do EM e do EF, colaborou ou se transformou em um empecilho para a resolução de problemas que lhes foram propostos. Assim sendo, os resultados iniciais da análise do material empírico da investigação levaram os estudiosos a acreditarem que a analogia foi eficaz quando apropriadamente elaborada pelos sujeitos.

Outra etapa presente em quase todos os trabalhos (exceto os 9, 15, 16 e 18) foi a formulação de hipóteses pelos estudantes. A busca de informações em livros, revistas científicas, jornais e internet foi observada nos artigos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 16 e 18. Uma abordagem comunicativa dialógica, na qual o docente atua como mediador junto aos alunos, foi verificada em praticamente todos os artigos (exceto nos 9, 15 e 16). Corroborando com essa linha de pensamento, Soares e Pinto (2001) afirmam que há uma necessidade de os docentes perceberem seu papel

orientador, “mediador das ideias apresentadas pelos alunos, de modo que estas sejam produtivas, levando os estudantes a pensarem e a gerarem seus próprios conhecimentos”. (p.7)

Outra estratégia observada nos artigos 2, 6, 7, 10, 11, 12,14 e 16 foi a realização de um relatório escrito com a resolução dos problemas ou anotações acerca da atividade de resolução. Acreditamos que a partir do momento em que os educandos são postos frente a uma nova maneira de aprender, eles conseguem reconhecer suas capacidades e habilidades, utilizando-as, adequadamente, em novas situações de aprendizagem. Além disso, os autores dos trabalhos 2, 6, 7, 10, 11, 12,14 e 16 acreditam que o planejamento criterioso da sequência de ensino investigativo e a postura aberta dos docentes foram fatores essenciais para o êxito das ações.

O trabalho 2, por exemplo, teve como finalidade a verificação e reflexão sobre o desenvolvimento e aplicabilidade da metodologia da ABP no EF. As pesquisadoras averiguaram e debateram aptidões associadas às atividades em grupo, relacionadas aos dados produzidos em avaliações efetuadas pelos estudantes. De acordo com as autoras, os resultados iniciais destacaram pontos positivos na utilização da ABP, assim como seus estudos proporcionaram recursos para incentivar os docentes a novas experiências metodologicamente ativas.

É pertinente salientar que a RP é uma das variantes do método *Problem Based Learning* (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (Lima et al, 2017), como descrito no trabalho 2, ou ainda Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (ABRP), como consta no artigo 6.

O artigo 7 é a única pesquisa realizada na modalidade EJA e descreveu uma experiência da utilização da metodologia da RP. Os alunos vivenciaram essa metodologia numa sequência didática que teve seis momentos: Introdução ao tema; organização dos grupos, discussão das hipóteses para a resolução dos problemas; elaboração das resoluções; apresentação das resoluções e debate coletivo. Os resultados assinalaram que a proposta pedagógica realizada beneficiou aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais, tendo em vista a metodologia de RP, assim como os conhecimentos científicos trabalhados, indo ao encontro das finalidades da EJA.

Ademais, ao final das apresentações, verificamos que nos artigos 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13 e 16 foi relatado que houve a socialização dos resultados aos demais grupos. Em uma proposta metodológica que faça uso da RP, tendo em vista uma situação-problema dada, a investigação inicial leva à proposição de questões que não estão dadas a priori. Nesse contexto, levando em conta as questões propostas por quem investiga, desencadeia-se nova etapa para a elaboração de hipóteses e seus aprimoramentos pela busca das validações, levando à justificação dos resultados obtidos e à consequente socialização e debate coletivo entre o grande grupo, ou seja, todos os participantes da atividade. Acreditamos que essa socialização das respostas e resultados é de suma importância, pois também será oportunidade de construção de conhecimento, uma vez que

envolverá uma situação pensada, experimentada e problematizada, um momento de novidades até para o estudante que concluiu sua atividade.

Com o conjunto de dados analisados, identificamos que o ensino focado numa perspectiva investigativa pode fazer com que os aprendizes sejam os protagonistas da ação pedagógica implementada, uma vez que eles são levados a refletir, tomar decisões numa metodologia que valoriza a autonomia, a busca por informações, a construção do conhecimento, num trabalho coletivo no qual várias opiniões são ouvidas e analisadas para se chegar a um consenso, à procura de uma solução plausível para um problema proposto.

Tendo em vista as pesquisas levadas a termo, averiguamos que ao final dos trabalhos com a RP houve uma mudança de postura dos educandos que passaram de uma atitude passiva a participativos com a utilização da metodologia apresentada, segundo os artigos 6, 7, 9, 12, 13, 17 e 18. O artigo 6 teve como meta classificar as questões elaboradas pelos estudantes quanto ao seu nível cognitivo, durante a aplicação de duas propostas de pesquisa com a metodologia Aprendizagem Baseada em Resolução de Problemas (ABRP). Os pesquisadores observaram que o questionamento exigiu uma postura dialógica do docente. Por sua vez, a construção das questões relacionadas ao problema marcou mudanças na postura do aluno que, segundo os pesquisadores, passaram de receptores passivos do conhecimento para uma postura ativa e participativa na sua construção. Assim sendo, houve um maior nível cognitivo, demandando reflexão e discussão na busca de respostas e sendo adequadas ao ensino orientado para a ABRP.

Apesar de os artigos investigados terem como foco a ABP, tendo em vista os estudantes, o artigo 4 também indica a discussão sobre a RP na formação continuada dos professores e os artigos 1, 2, 8 e 10 advertem que os resultados das pesquisas devem ser utilizados como subsídios pelos docentes da EB. Além disso, cabe salientar que a análise dos trabalhos levou em conta os dados constantes nos relatos das pesquisas. Assim, por exemplo, no que concerne à mudança de comportamento dos educandos de passivos a atuantes no processo de ensino e aprendizagem sete artigos (6, 7, 9, 12, 13, 17 e 18) citaram essa transformação. Isso, entretanto, não quer dizer que essa mudança não tenha ocorrido com os sujeitos das outras pesquisas, já que todas foram exitosas na utilização da metodologia da RP e uma das características desse procedimento metodológico é a possível mudança de comportamento dos participantes. Isso vale, portanto, para outras similaridades não comentadas em nossa averiguação.

3.5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Frente a esse contexto, neste trabalho, buscamos identificar o perfil dos procedimentos investigativos sobre o uso da RP no Ensino de Ciências nos trabalhos apresentados no ENPEC de

2011 até 2017, pois consideramos que estes representam uma fonte de dados rica em diversidade de aspectos teórico-metodológicos das pesquisas realizadas na área. Para tanto, as questões que norteiam esta pesquisa foram: A RP vem sendo utilizada no Ensino de Ciências com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB? Quais são os conteúdos e contextos utilizados nas experiências e pesquisas analisadas? Qual o perfil dos trabalhos apresentados quanto à natureza das pesquisas e origem geográfica dos pesquisadores? Quais são as tendências pedagógicas utilizadas?

O objetivo central do nosso trabalho foi verificar a viabilidade de estudos relacionada à RP com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB, assim como identificar algumas características das pesquisas e experiências apresentadas nos ENPEC de 2011 até 2017. Nesse sentido, identificamos 18 trabalhos que relatam o uso da RP na EB, sendo majoritariamente experiências desenvolvidas no EM. Quanto aos conteúdos e contextos percebemos que metodologias baseadas na RP são capazes de desenvolver variados assuntos dentro do espaço escolar, mas que no contexto analisado o componente de Química se destacou no EM. As pesquisas apresentam, na sua grande maioria, perfil qualitativo com a análise das produções escritas dos estudantes como principal instrumento de coleta de dados. No que diz respeito à origem geográfica dos pesquisadores das instituições de ensino superior e básico, mais da metade dos autores e das pesquisas executadas corresponde a instituições de ensino superior federais e estaduais das regiões Sul e Sudeste.

Além disso, o que percebemos nos trabalhos considerados foi que os estudos apresentados propiciaram aos educandos um processo ativo, dinâmico no qual os discentes participam na tentativa de buscar a solução para uma questão, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, auxiliando-os em seu processo de ensino e aprendizagem, tornando a metodologia aplicada significativa para os participantes das investigações analisadas, logrando êxito na resolução dos problemas. Entretanto, observamos pelo número de artigos encontrados, como práticas de ensino dessa natureza ainda são pouco difundidas na EB, principalmente no ensino da EJA, já que encontramos apenas um trabalho nessa modalidade.

De forma convergente aos resultados que temos alcançado na pesquisa que estamos desenvolvendo com o uso da RP em diferentes níveis e modalidades da EB (RIBEIRO, PASSOS, SALGADO, 2018a, 2019a, 2019b), as pesquisas analisadas, pertinentes à RP, foram expressivas na ênfase de resultados relacionados ao desenvolvimento de autonomia na construção de seu próprio conhecimento, pois possibilitaram desenvolver nos educandos a capacidade de interagir com situações do cotidiano. Da mesma forma, acreditamos que metodologias investigativas podem ser capazes de aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Além disso, a aprendizagem do

aluno é o centro do procedimento que está sendo aplicado, para que eles possam estar comprometidos com o processo de construção do conhecimento. Dessa maneira, o processo advém da interação educando-professor no qual o docente opera como orientador da investigação e não como detentor do saber.

3.6 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.
- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006.
- DELIZOICOV, D; SLONGO, I; LORENZETTI, L. ENPEC: 10Anos de Disseminação da Pesquisa em Educação em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2007.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. In: DENZIN, N. K. e LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. p. 15-41.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. 165 p.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Implementação da metodologia de resolução de problemas no ensino de ciências. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO NO MERCOSUL, 12., 2015, Cruz Alta. **Anais...** Cruz Alta, 2015.
- GRECA, I. M., COSTA, S. S. C., MOREIRA, M. A. Análise descritiva e crítica dos trabalhos de pesquisa submetidos ao III ENPEC. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 60-65, 2002.
- KAUARK, F; MUNIZ, I. **Motivação no ensino e na aprendizagem: competências e criatividade na prática pedagógica**. 2 ed. Rio de Janeiro: Wak, 2011.
- LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2017.
- LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MACHADO, N. J. Interdisciplinaridade e contextualização. In: **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): fundamentação teórico-metodológica**. Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Brasília: MEC; INEP, 2005. p. 41-53.

ONUCHIC, L. R., ALLEVATO, N. S. G. As Diferentes “Personalidades” do Número Racional Trabalhadas através da Resolução de Problemas. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 21, n. 31, p. 79-102, 2008.

PERES, F; MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. 1 ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. 384p.

PICCOLI, F. et al. A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia: Abrapec, 2015.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. Método de resolução de problemas no ensino médio: uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 3, n. 2, p. 643-664, 2018a.

RIBEIRO, D. C. A. **A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2018b, 161p.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019a.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. The Environmental Issue of Pesticides: The Problem-Solving Methodology in Elementary School. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 21, n. 4, p. 97-114, 2019b.

SOARES, M. T. C.; PINTO, N. B. **Metodologia da Resolução de Problemas**. In: REUNIÃO ANPED, 24., 2001. **Anais eletrônicos** [...] Caxambu, 2001. p. 1-9.

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

VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

VIEIRA, G.; PAULO, R. M. ALLECATO, N. S. G. Simetria no ensino fundamental através da resolução de problemas: possibilidades para um trabalho em sala de aula. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 46, p. 613-615, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.

Capítulo 4

*A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS RELACIONADA COM A TEMÁTICA
AMBIENTAL AGROTÓXICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA*

***P**ara que o Ensino de Ciências se torne eficaz, é necessário que seja problematizador, desafiador e que motive os estudantes a aprender, fazendo com que os alunos sejam levados à construção do saber científico.*

O AUTOR.

A resolução de problemas relacionada com a temática ambiental agrotóxicos no ensino de ciências: Uma revisão bibliográfica²⁰

Problem Solving related to the environmental theme pesticides in science teaching: A bibliographic review

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro²¹

Camila Greff Passos²²

Tania Denise Miskinis Salgado²³

Resumo: O presente artigo objetiva analisar como a temática ambiental agrotóxicos pode ser contextualizada a partir de metodologias que utilizaram a resolução de problemas (RP) podendo, dessa maneira, aprimorar a qualidade do estudo que estamos efetuando e mobilizar novas pesquisas no âmbito do ensino de Ciências. Para tanto, realizamos uma revisão bibliográfica em periódicos classificados em estratos A1, A2 e B1 do Qualis/CAPES na área de Ensino de Ciências, para identificar artigos que relacionaram a temática ambiental agrotóxicos com propostas pedagógicas baseadas na RP. A análise realizada revelou que 11 artigos científicos descreveram pesquisas no contexto escolar com a temática ambiental agrotóxicos com o uso direto ou indireto da metodologia de RP. Todas as pesquisas apresentaram perfil qualitativo com as produções escritas dos estudantes como principal instrumento de coleta de dados. Além disso, mais da metade dos autores e das pesquisas executadas corresponde a instituições de ensino superior das regiões Sul e Sudeste. Sobre os princípios pedagógicos das sequências didáticas, percebemos que mais da metade dos trabalhos averiguados citam a interdisciplinaridade como perspectiva de ensino. Dos seis trabalhos que relacionaram diretamente a temática agrotóxicos com a RP, cinco deles alcançaram o objetivo de levar os discentes a uma tomada de consciência acerca dos perigos que os agrotóxicos trazem ao meio ambiente.

Palavras chave: revisão bibliográfica, resolução de problemas, agrotóxicos, ensino de ciências.

Abstract: This article aims to analyze how the environmental topic pesticides can be contextualized through methodologies that used problem solving (PS), thus improving the quality of the study we are developing and mobilizing new researches in Science education. Therefore, we conducted a bibliographic review in journals that are highly ranked (A1, A2 and B1) on the Qualis/CAPES ranking in the area of Science teaching to identify articles that related the environmental pesticide topic with pedagogical proposals based on PS. The analysis revealed that 11 scientific articles described researches in the school context with the environmental topic pesticides with the direct or indirect use of PS methodology. All of the researches presented a qualitative profile, having the written productions of the students as the main instrument of data collection. In addition, more than half of the authors and researches carried out correspond to higher education institutions in the South and Southeast. Regarding the pedagogical principles of teaching-learning sequences, we noticed that more than half of the investigated researches cite interdisciplinarity as a teaching perspective. Among the six researches that directly related the pesticide topic to PS, five of them achieved the goal of bringing students to awareness about the dangers that pesticides cause to the environment.

Keywords: bibliographic review, problem-solving, pesticides, science teaching.

²⁰Artigo submetido para publicação na Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, ISSN 1984-2686.

²¹ Doutorando em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialista em Educação Ambiental (Senac), graduado em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

²² Doutora em Educação Química e mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e licenciada em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Educação Química.

²³ Doutora em Ciências com Área de Concentração Física Experimental, Mestre em Engenharia de Materiais e Bacharel em Química, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

4.1 INTRODUÇÃO

O presente artigo faz parte de uma investigação em andamento para compor uma tese de Doutorado, cujo principal objetivo é analisar as formas de contribuição de uma sequência didática implementada, utilizando a metodologia da Resolução de Problemas (RP), tendo em vista o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998), bem como a autonomia (ZABALA, 1998; FREIRE, 1998) dos alunos da educação básica (EB) (RIBEIRO; PASSOS; SALGADO, 2018a; 2019a, 2019b) sobre os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os estudantes da EB a respeito dessa problemática ambiental. Como consequência dessa pesquisa, surgiu a necessidade de uma atualização da revisão bibliográfica sobre a RP relacionada com a temática agrotóxicos, para sustentar e aprimorar o trabalho que temos efetivado. Neste artigo, apresentaremos um levantamento bibliográfico realizado em periódicos nacionais classificados em estratos A1, A2 e B1 do Qualis/CAPES na área de Ensino de Ciências, considerando o período de janeiro de 2009 a maio de 2019.

Pesquisadores das didáticas das ciências consideram a necessidade de abordar os diferentes aspectos relacionados à temática agrotóxico na EB (MISTURINI; FERNANDES, 2018), já que essa temática é importante na atualidade, uma vez que o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, gerando polêmicas em relação ao uso indiscriminado dessas substâncias químicas em nosso país. Nesse contexto, entendemos que a metodologia da RP pode ser uma proposta pedagógica adequada para contextualizarmos esse assunto no espaço escolar, pois esse tipo de atividade permite que os educandos discutam sobre assuntos passíveis de gerarem controvérsias, escutando diferentes opiniões para que juntos possam chegar a um consenso.

Nesse contexto, para sustentarmos e aprimorarmos nossa pesquisa, realizamos uma revisão bibliográfica em artigos de revistas na área de educação e Ensino de Ciências para identificar artigos que relacionaram direta ou indiretamente a temática ambiental agrotóxicos com propostas pedagógicas que utilizaram a RP. Para tanto, as questões que norteiam esta pesquisa são: Como é possível empregar atividades escolares de RP na EB no Ensino de Ciências, contextualizando a temática ambiental agrotóxicos? Qual o perfil dos trabalhos apresentados quanto à metodologia de pesquisa e origem geográfica dos pesquisadores? Os princípios da interdisciplinaridade estão sendo utilizados nas pesquisas? Quais são as tendências pedagógicas utilizadas? Em consequência dessas perguntas, surgiu o objetivo dessa investigação, que é verificar e analisar como a temática ambiental agrotóxicos pode ser contextualizada a partir da metodologia da RP podendo, dessa maneira, aprimorar a qualidade do Ensino de Ciências e fomentar novos estudos na área.

4.2 REFERENCIAL TEÓRICO

No que diz respeito aos impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, destacamos que essas substâncias químicas são consideradas uma das principais causadoras da degradação ambiental, uma vez que contaminam o solo e, conseqüentemente, lençóis freáticos, rios e lagos (BELCHIOR, et al., 2014). Muitos desses produtos químicos permanecem nos corpos de insetos ou peixes após sua morte. Dessa maneira, se algum animal ou o próprio homem se alimentar de um ser contaminado pelos agrotóxicos, da mesma forma poderá ser intoxicado (BELCHIOR, et al., 2014). Além desses problemas, estudos revelam que a utilização desmedida de agrotóxicos contribui para o empobrecimento do solo, reduzindo a fixação de nitrogênio feita por micro-organismos, necessitando de um maior uso de fertilizantes. Além do mais, os agrotóxicos possibilitam o aparecimento de pragas cada vez mais resistentes, por intermédio do processo de “seleção natural” no qual os animais mais fortes aos produtos químicos tomam o lugar das espécies mais suscetíveis (PERES; MOREIRA, 2003; RIBEIRO, 2018b).

Além de o Brasil ser considerado o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, ele possui uma produção agrícola de reconhecimento internacional. Dessa maneira, devemos procurar alternativas que diminuam a utilização dos agrotóxicos ou até mesmo o não uso dessas substâncias químicas. Para tal, há produtos feitos a partir de micro-organismos, substâncias naturais ou até mesmo derivados de plantas geneticamente modificadas, que atuam no controle de pestes. Além disso, Carneiro et al. (2015) afirmam que para assegurar o abastecimento de toda a população mundial, não é necessária a produção de alimentos com agrotóxicos. Estudos realizados por pesquisadores da Universidade de Michigan (Estados Unidos) demonstraram que os sistemas orgânicos de produção sistematicamente alcançam rendimentos físicos iguais ou superiores aos dos sistemas que utilizam agrotóxicos no setor agrícola (CARNEIRO et al., 2015).

Diante dessa e de outras problemáticas ambientais que afligem o nosso planeta, o Ensino de Ciências na EB deve estar relacionado à ampliação e à possibilidade, por parte dos aprendizes, da participação como indivíduos conscientes dos problemas que os cercam e de serem reflexivos para agirem positivamente no meio em que vivem. Para que o Ensino de Ciências se torne eficaz, é necessário que seja problematizador, desafiador e que motive os estudantes a aprender, fazendo com que os alunos sejam levados à construção do saber científico. Esses conhecimentos devem ser mostrados de maneira que possibilitem aos educandos interagirem de modo ativo e intenso com o mundo, com a comunidade em que vivem, fazendo o seu papel de cidadãos.

Acreditamos que trabalhar com os aprendizes, utilizando atividades investigativas com o objetivo de construir conceitos é uma maneira de possibilitar aos educandos serem atuantes em

seu processo de aprendizagem. Além disso, entendemos que uma atividade de investigação deve partir de uma situação problematizadora e deve levar os alunos a refletirem, discutirem, explicarem, relatarem, enfim, que eles comecem a produzir seu próprio conhecimento por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer. Nessa perspectiva, a aprendizagem de procedimentos e atitudes se torna, dentro do processo de aprendizagem, tão importante quanto a aprendizagem de conceitos e/ou conteúdo (AZEVEDO, 2004).

Conforme Pozo e Echeverría (1988, p. 09) “A solução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa ou um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento”. Assim sendo, entendemos a metodologia da RP como uma estratégia de ensino e aprendizagem que leva em conta os aspectos que estão associados à vivência dos alunos e ao contexto no qual eles estão inseridos, tanto na proposição quanto no processo de RP, levando os estudantes a aprender a aprender. Ou seja, nesse tipo de metodologia, os educandos precisam ter uma postura ativa, com o intuito de construir o conhecimento de forma autônoma, consciente, reflexiva, sendo o professor o mediador da aprendizagem. Assim agindo, de maneira coletiva, em momentos que possam discutir e argumentar em grupos com a mediação docente poderão solucionar problemas relacionados à sua vivência.

4.3 PERCURSO METODOLÓGICO

Para a seleção das revistas que compõem esta revisão bibliográfica, pautamo-nos na lista de periódicos de extratos Qualis/CAPES A1, A2 e B1 na área de Ensino de Ciências. Para o levantamento de dados deste estudo exploratório, foram analisados os artigos publicados no período de janeiro de 2009 a maio de 2019 (aproximadamente os últimos 10 (dez) anos de publicações). A busca foi realizada pela leitura das palavras-chave, títulos e resumos dos artigos. Nessa primeira busca, foram utilizadas 11 (onze) variações para o termo resolução de problemas, entre elas: Aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em resolução de problemas, metodologia da/de resolução de problemas, resolução de problemas, solução de problemas, situação-problema, situação problemática, resolução de situação problema. Após essa primeira busca, foi feito, novamente, o mesmo procedimento metodológico no banco de dados das revistas, porém com 10 (dez) variações da temática ambiental agrotóxicos, entre elas: agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, desinfetantes, biocidas, agroquímicos, produtos fitossanitários.

Foram identificados artigos com estes descritores nos periódicos: Experiências em Ensino de Ciências (EENCI) – ISSN 1982-2413; Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias (REEC) – ISSN 1579-1513; Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (RBECT) – ISSN 1982-873X; Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC) - ISSN 1984-2686; Química Nova na Escola (QNEsc) – ISSN 2175-2699; Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Ensaio) – ISSN 1983-2117; Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) – ISSN 1518-8795; Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista (ENCITEC) – ISSN 2237-4450. Com essas primeiras buscas, tivemos uma quantificação dos artigos e uma ideia geral de como esses descritores poderiam aparecer, gerando duas expressões fundamentais: resolução de problemas e agrotóxicos.

Como segunda etapa da nossa investigação, agrupamos as possíveis combinações com as variações da resolução de problemas com a temática agrotóxicos, buscando articular os termos da resolução de problemas aos dos agrotóxicos. Nessa etapa da revisão, a partir da leitura dos resumos, selecionamos 15 (quinze) artigos que, após refinamento durante leitura integral, totalizaram 11 (onze) trabalhos científicos envolvendo direta ou indiretamente a resolução de problemas no contexto escolar com a temática ambiental agrotóxicos.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Quadro 9, apresentamos uma visão geral dos periódicos que compõem a amostra e o total de artigos identificados encontrados para as variações das palavras-chave resolução de problemas e agrotóxicos utilizadas neste estudo.

Quadro 9: Periódicos pesquisados e totais de artigos encontrados (2009-2019).

Identificação do periódico	Nome por extenso do periódico	Total de artigos
EENCI	Experiências em Ensino de Ciências	132
REEC	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	130
RBECT	Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	122
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	120
QNEsc	Revista Química Nova na Escola	69
Ensaio	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências	55
IENCI	Investigações em Ensino de Ciências	21
ENCITEC	Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	5
	Total de artigos	654

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 10, observamos que a palavra-chave, resolução de problemas, tem uma ocorrência muito superior à ocorrência da expressão agrotóxicos. Esse dado é compreensível se considerarmos que na literatura existem relatos do uso de proposições metodológicas baseadas na RP desde o final da década de 60. Além disso, nas últimas décadas, os educadores passaram a aceitá-la como eficaz e pertinente ao processo de ensino e aprendizagem no ensino de Ciências, podendo ser utilizada na EB e superior em diferentes contextos dentro do espaço acadêmico (SÁ; QUEIROZ, 2010; SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007). Dessa maneira, são várias as pesquisas e artigos científicos que contemplam esse tipo de metodologia de ensino e aprendizagem. Percebemos que esses estudos sobre propostas pedagógicas baseadas na RP possuem diferentes tipos de pesquisas e sujeitos de pesquisa, por exemplo, alunos de diferentes etapas e modalidades da EB, formação inicial e continuada de professores e revisões bibliográficas.

Quadro 10: Artigos encontrados em cada periódico.

Descritores	EENCI	REEC	RBECT	RBPEC	QNEsc	Ensaio	IENCI	ENCITEC
Resolução de Problemas	115	111	116	109	62	49	20	4
Agrotóxicos	17	19	6	11	7	6	1	1
Resolução de Problemas e Agrotóxicos	2	2	2	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor.

Já as pesquisas relacionadas com a temática agrotóxicos no ensino de Ciências são recentes, conforme verificamos neste estudo de revisão bibliográfica. Mesmo sendo analisados neste artigo

os trabalhos dos últimos 10 (dez) anos, fizemos uma busca geral da temática e percebemos uma escassez de artigos científicos da área de ensino de ciências relacionados com agrotóxicos no século passado. Outro elemento pertinente a ser destacado é que o crescimento na proporção de aparição desse tema em relação aos livros didáticos de Química, indicados pelo PNLD²⁴ nos últimos anos, também é recente. Fernandes e Stuaní (2015) afirmam que apenas uma coleção das cinco coleções de livros didáticos aprovadas na avaliação do PNLD de 2012 aborda a questão dos agrotóxicos, já nos livros do PNLD de 2015, essa temática é abordada com uma frequência maior, pois das quatro coleções, foram identificadas em todas elas a aparição desse assunto (MISTURINI; FERNANDES, 2018). No geral, os artigos relacionados com a temática agrotóxicos consideram essas substâncias químicas como poluidoras e causadoras de problemas ambientais, e buscam com a educação ambiental a conscientização ecológica das pessoas sobre os malefícios do uso dessas substâncias químicas.

Observando o Quadro 10 ainda, percebemos que foram encontrados 11 artigos, a partir da amostra inicial de 654 trabalhos científicos, que relacionaram direta ou indiretamente a temática ambiental agrotóxicos com metodologias que utilizaram a RP no ensino de Ciências, como detalharemos do decorrer deste texto

No Quadro 11 apresentamos os 11 artigos que foram analisados quanto à origem geográfica e instituição de ensino dos pesquisadores, ao objeto e/ou sujeitos de estudo, à metodologia de pesquisa, aos princípios da interdisciplinaridade, à maneira como as propostas pedagógicas que utilizaram a RP se relacionaram com a temática ambiental agrotóxicos e aos resultados obtidos sobre agrotóxicos e RP.

Ademais, sobre a sequência didática, os artigos que relacionaram diretamente a temática ambiental agrotóxicos com metodologias que utilizaram a RP foram examinados quanto aos aspectos metodológicos: motivação, contextualização com a vivência dos educandos, busca de informações, mediação do docente numa abordagem comunicativa dialógica, reflexão crítica acerca do assunto agrotóxicos e formulação de hipóteses.

²⁴ Plano Nacional do Livro Didático.

Quadro 11: Artigos que relacionaram a temática agrotóxicos com a RP.

Artigo	Referência
A	MARQUES, Glessyan de Quadros; CUNHA, Marcia Borin da. Resolução de Problemas: Uma Análise Realizada com Estudantes do Ensino Médio de uma Escola Urbana e de uma Escola do Campo. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências , v. 18, n. 2, p. 669-697, 2018.
B	EICHLER, Marcelo Leandro; DEL PINO, José Claudio. Jigo: um editor de objetos de aprendizagem de temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia , v. 7, n. 1, p. 119-141, 2014.
C	ALVARENGA, Mariana Monteiro Soares Crespo de; CARMO, Gerson Tavares do; BRANCO, Amanda Leal Castelo. A utilização do método estudo de caso sobre o ensino de ciências naturais para os discentes do ensino fundamental da educação de jovens e adultos. Experiências em Ensino de Ciências , v. 13, n. 2, p. 126-143, 2018.
D	LACERDA, Cristiana de Castro; CAMPOS, Angela Fernandes; MARCELINO-JR, Cristiano de Almeida Cardoso. Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. Química Nova na Escola , v. 34, n. 2, p. 75-82, 2012.
E	ZAPPE, Janessa Aline; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Contribuições através da temática agrotóxicos para a aprendizagem de química e para a formação do estudante como cidadão. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , v. 14, n. 3, p. 392-414, 2015.
F	FORGIARINI, Marcia Soares; AULER, Décio. A abordagem de temas polêmicos na educação de jovens e adultos: o caso do "florestamento" no Rio Grande do Sul. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias , v. 8, n. 2, p. 399-421, 2009.
G	MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências , v. 16, n. 2, p. 185-206, 2014.
H	TRAMONTIN, Adriana Cachutski; DUARTE, Sanny Carla; MIQUELIN, Awdry Feisser; BERTONI, Danislei. Ilha interdisciplinar de racionalidade: um olhar para o lixo na noosfera campeira. Experiências em Ensino de Ciências , v. 14, n. 1, p. 102-118, 2019.
I	BUFFOLO, Andréia Cristina Cunha; RODRIGUES, Maria Aparecida. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. Investigações em Ensino de Ciências , v. 20, n.1, p. 1-14, 2015.
J	OLIVEIRA, Denise Ana Augusta dos Santos; MESSEDER, Jorge Cardoso. Horta escolar: ampliando o contexto das questões sociocientíficas nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia , v. 12, n. 1, p. 261-292, 2019.
K	ABREU, Josyane Barros; STAUDT, Michelli; RIBEIRO, Elinete Oliveira Raposo; FREITAS, Nadia Magalhães da Silva. Agrotóxicos: Usá-los ou não? Um estudo de caso no ensino de Ciências. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista , v. 5, n. 2, p. 19-34, 2015.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 12 aborda a origem geográfica dos pesquisadores. Pela análise realizada, averiguamos que todos os pesquisadores, exceto o autor do artigo J, são oriundos de instituições de ensino federal ou estadual. Da mesma forma, conforme nossa avaliação, identificamos que a região Sul é constituída pelo maior número de pesquisadores e trabalhos produzidos.

Quadro 12: Origem geográfica dos pesquisadores e IES²⁵ nos artigos analisados.

Origem	Número de pesquisadores	Artigo(s) correspondente(s)
Região Sul - Federal	11	B, E, F, G, H
Região Sul - Estadual	4	A, I
Região Sudeste - Federal	2	C, J
Região Sudeste - Estadual	2	C
Região Sudeste – Municipal ²⁶	1	J
Região Norte - Federal	3	K
Região Nordeste - Federal	2	D
Região Nordeste - Estadual	1	D

Fonte: Elaborado pelo autor.

As informações do Quadro 12 convergem as investigações de Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2016). Há uma constatação, conforme esses estudiosos, da existência de uma enorme heterogeneidade espacial no que se relaciona às atividades de pesquisa científica, sendo que o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisadores está fortemente centralizado nas regiões Sul e Sudeste, principalmente nas capitais dos estados. Dessa forma, há uma centralização sistemática da produção de conhecimento nas regiões Sudeste e Sul, dando-se enfoque aos estados que são sedes de universidades federais e estaduais as quais estão constituídas no cenário acadêmico nacional, todavia com padrões característicos a cada domínio científico.

No que se relaciona ao objeto de estudo das pesquisas retratadas no Quadro 13, nossa apreciação mostrou que a maioria dos artigos (A, C, D, E, H, I, J), sete no total, são oriundos de estudos com estudantes da EB e, destes, o maior número (A, D, E, I,) totalizando 4 trabalhos, provém do ensino médio. Esses dados podem ser um indicativo de que é possível contextualizar a temática ambiental agrotóxicos a partir de propostas pedagógicas que utilizam atividades de RP na EB. As demais pesquisas são originárias de estudos realizados com estudantes universitários/licenciandos, artigo K; professores da EB (EJA), artigo F; público em geral, artigo B e análise de artigos pesquisa G.

²⁵ Instituições de Ensino Superior.

²⁶ Secretaria Municipal do Rio de Janeiro.

Quadro 13: Objeto de estudo das pesquisas descritas nos artigos analisados.

Sujeito	Número de artigos	Artigo(s) Correspondente(s)
Estudantes do ensino fundamental	2	H, J
Estudantes do ensino fundamental (EJA)	1	C
Estudantes do ensino médio	4	A, D, E, I
Estudantes Universitários-Licenciandos	1	K
Professores da EB (EJA)	1	F
Público em geral	1	B
Textos (análise de artigos)	1	G

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 14 tem como finalidade ilustrar as metodologias de pesquisas, os instrumentos de coleta de dados, assim como as técnicas de análise empregadas nos trabalhos examinados.

Quadro 14: Metodologias, instrumentos de coleta de dados e técnicas de análise.

Metodologia de Pesquisa		
Categoria	Número de artigos	Artigo(s) Correspondente(s)
Metodologia qualitativa	11	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K
Análise qualitativa	7	A, D, E, F, H, I, J
Caráter descritivo	1	B
Estudo de caso	1	C
Análise documental	1	G
Pesquisa-ação	1	K
Instrumentos de coleta		
Produções escritas	8	A, C, D, E, H, I, J, K
Questionário	4	E, F, H, I
Diário de campo	4	E, F, I, J
Entrevistas	3	E, F, H
Gravação de áudio	3	H, I, J
Fotografias	2	H, J
Análise de artigos	1	G
Técnicas de análise		
Análise de conteúdos	2	A, I
Análise textual discursiva	1	E

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dessa forma, percebemos que os 11 artigos examinados utilizaram a metodologia qualitativa em suas pesquisas e 7 trabalhos (A, D, E, F, H, I e J) especificaram esta como análise

qualitativa. As demais investigações, tendo apenas uma ocorrência cada uma delas, apontaram Caráter descritivo, artigo B; Estudo de caso, artigo C; Análise documental, artigo G e Pesquisa-ação, artigo K.

Os dados da nossa análise reforçam os estudos de Greca, Costa e Moreira (2002) que dizem que a metodologia de pesquisa em destaque é a metodologia qualitativa. Dentro dela, diversos autores não aludem a um método em específico, indicando apenas que sua pesquisa é qualitativa. Embora determinados métodos já componham a própria técnica, pode-se também afirmar que poucos autores mencionam os instrumentos de coleta de dados e as técnicas de análise, em particular aqueles que alegam adotar uma metodologia qualitativa, estes praticamente não fazem alusão ao tipo de técnica de análise empregada.

Referente aos instrumentos de produção (Quadro 14), temos a ressaltar que o item Produções escritas foi o mais utilizado, tendo 8 ocorrências, aparecendo nos artigos A, C, D, E, H, I, J e K. Em seguida, vieram Questionário e Diário de campo, 4 artigos cada um; Entrevistas e Gravação de áudio, 3 artigos cada; Fotografias, 2 artigos e Análise de artigos, 1 trabalho apenas. Dentre os 11 artigos analisados, o H foi o que mais empregou instrumentos de coleta de dados, a saber: Produções escritas, Questionário, Entrevistas, Gravação de áudio e Fotografias. O artigo B não utilizou coleta de dados, uma vez que realizou uma descrição de como funciona um software. Cabe salientar que a produção escrita no artigo J refere-se a desenhos, já que os sujeitos dessa pesquisa eram alunos do 3º ano do Ensino Fundamental.

Podemos afirmar que para a produção de um estudo científico é importante reconhecer qual(is) o(s) instrumento(s) de pesquisa mais apropriado(s) para que se possa desenvolver um trabalho, uma vez que todo projeto carece de uma definição preliminar de que técnica de coleta de dados o pesquisador fará uso. Além disso, o investigador necessita saber qual técnica será a mais eficaz e também confiável para a conclusão e a preparação final do projeto.

Concernente às Técnicas de análise (Quadro 14), apenas 3 artigos empregaram-nas, quais sejam: as pesquisas A, E e I. Os artigos A e I aplicaram Análise de conteúdo, e Análise textual discursiva foi observada no trabalho E.

Referente aos princípios da interdisciplinaridade, na análise que realizamos, notamos que os artigos B, C, F, G, H e I (Quadro 11) destacaram essa temática, totalizando mais da metade dos trabalhos averiguados que destacaram fundamentar seus estudos nesta perspectiva de ensino.

O ensino por intermédio da interdisciplinaridade pressupõe o trabalho de uma mesma temática por diferentes disciplinas escolares a partir da integração de professores, métodos e análises visando contemplar múltiplas perspectivas, de acordo com os objetivos das diferentes disciplinas que integram a proposta. Assim sendo, trabalhar interdisciplinarmente é associar os

conteúdos de duas ou mais disciplinas com o objetivo de aprofundar o conhecimento, possibilitando um ensino dinâmico, participativo, reflexivo, além de colaborativo no qual as disciplinas interagem entre si (JAPIASSU, 1991).

O artigo C considera que o método de ensino do Estudo de Caso²⁷ está relacionado diretamente com a interdisciplinaridade, e defende o uso dessa metodologia no processo de ensino e aprendizagem na área das Ciências da Natureza. Nesse contexto, Krasilchik (2008) afirma que propostas pedagógicas que utilizam a RP são capazes de desenvolver relações entre acontecimentos cotidianos, bem como com objetos e com atitudes dos seres humanos, com conhecimentos específicos do ensino de Ciências. Mas para que esse desenvolvimento aconteça, é necessário que as atividades escolares façam conexões interdisciplinares das Ciências da Natureza com outras áreas do conhecimento, para que, dessa maneira, os estudantes também sejam capazes de extrapolar essas relações com as demais disciplinas.

As pesquisadoras do artigo G fizeram uma revisão bibliográfica sobre interdisciplinaridade, afirmando que essa abordagem pode ser benéfica para o aprendizado sobre agrotóxicos. Além disso, creem que a interdisciplinaridade no ensino de Ciências no nível médio pode ser concretizada em aula através de diferentes projetos, tais como: histórias exploratórias e aprendizagem baseada em RP.

O Quadro 15 ilustra como as propostas pedagógicas que utilizaram a RP se relacionaram com a temática ambiental agrotóxicos nas pesquisas analisadas. Seis artigos (A, C, D, E, I e K) relacionaram de maneira direta as atividades didáticas baseadas na RP com a temática agrotóxicos e os outros cinco trabalhos científicos B, F, G, H e J associaram esse assunto de modo indireto com a RP.

²⁷ O Estudo de Caso é uma variante do Aprendizado Baseado em Problemas (ABP) ou Aprendizado Centrado em Problemas, conhecido como Problem Based Learning (PBL) (LIMA, et al., 2017).

Quadro 15: Relação da temática agrotóxicos com metodologias que utilizaram a RP.

Artigo	Como as propostas pedagógicas que utilizaram a RP se relacionaram com a temática ambiental agrotóxicos	Relação direta ou indireta
A	Problema: “Aos domingos, você e alguns amigos costumam pescar em um rio nas proximidades de sua casa. Esse rio é famoso por sua água límpida e sua quantidade de peixes. Porém, certa vez, ao chegarem lá, vocês perceberam que alguém jogou no rio uma grande quantidade de embalagens de agrotóxicos. Considerando os riscos de contaminação do rio e sabendo que aquela água é a que abastece a sua casa e a população da região, o que você faria na tentativa de solucionar o problema?” (MARQUES; CUNHA, 2018, p. 682).	Direta
B	A relação RP e agrotóxicos não se fez de maneira direta. Entretanto, os autores consideram válida a utilização do editor de objetos de aprendizagem chamado “Jigo”, uma vez que pode ser um excelente aporte didático e criativo para o emprego da metodologia da RP associada à temática agrotóxicos.	Indireta
C	Estudo de Caso: “O caso da abelha rainha: o dilema de Luíza.” O caso em questão está relacionado a uma garota cujo pai é apicultor e precisa elevar a quantidade de mel produzido em sua propriedade, já que essa atividade representa o sustento da família. Assim sendo, a menina necessita encontrar uma maneira de obter mais abelhas e aumentar, de forma artificial, a quantidade de mel produzida.	Direta
D	Problema: “Um agricultor que possui uma pequena propriedade de solo arenoso, no interior do estado de Pernambuco, costumava cultivar uma monocultura de feijão por longos períodos. Após alguns anos, observou-se que sua produção vinha diminuindo a cada colheita. Para que ele volte a obter a produção de antes, é necessária uma correta adubação no solo, mas como determinar a quantidade necessária e qual o melhor tipo de adubo para essa plantação?” (LACERDA; CAMPOS; MARCELINO-JR, 2012, p. 76).	Direta
E	Problema 1: “Pedro vive numa cidade do interior de Santa Catarina e planta 10 hectares de milho. Ele também tem um pomar com vários pessegueiros e figueiras. Ele utiliza agrotóxicos para ajudar a combater as pragas do milho e hoje tem cerca de 20 embalagens em sua casa. O que você acha que Pedro deve fazer com estas embalagens?” (ZAPPE; BRAIBANTE, 2015, p. 412). Problema 2: “Miguel mora em Cerro Branco, cidade pequena do interior do estado. Ele está se sentindo muito mal após a aplicação de agrotóxicos. O que você deve aconselhá-lo a fazer? O que Miguel poderia ter feito para não ter intoxicações decorrentes da aplicação de agrotóxicos?” (ZAPPE; BRAIBANTE, 2015, p. 412).	Direta
F	Os autores fazem uma crítica à RP exatos os quais são repetitivos, imaginários, idealizados e estão pouco ou nada associados ao entorno social mais abrangente. Já a temática agrotóxicos foi considerado um tema polêmico pelos professores da EJA, sujeitos da pesquisa, mas como uma possibilidade de assunto a ser trabalhado com os alunos da EJA.	Indireta
G	A temática agrotóxicos e a RP foram considerados pelos autores como assunto e metodologia possíveis para serem trabalhados interdisciplinarmente.	Indireta
H	Discussão sobre a utilização de agrotóxicos e sobre o descarte inadequado das embalagens desses produtos químicos. Para os investigadores, o ensino de Ciências deve visar a uma busca constante de RP advindos da sociedade, possibilitando que o aprendiz se aproprie do conhecimento e aplique-o no seu dia a dia.	Indireta
I	As pesquisadoras afirmaram que a RP estava presente na sequência pedagógica proposta no estudo, e que essas etapas didáticas ajudaram os estudantes a fixarem conhecimentos a respeito de uma realidade que os cerca, tendo como meta a busca da solução para o uso de agrotóxicos.	Direta
J	Os pesquisadores consideraram que a participação das crianças na RP retrata uma atividade para sugestão de alternativas aos efeitos colaterais que o desenvolvimento científico-tecnológico gera. Além disso, ocorreu a explicação dos motivos pelos quais se justifica o uso de agrotóxicos na agricultura em grandes quantidades e a premência de adotarmos hábitos de segurança alimentar.	Indireta
K	Estudo de Caso: A narrativa expunha questões que tratavam da justificação da decisão a ser tomada, a saber: O que é um agrotóxico? Existem diferentes tipos? Se esse for o caso, como se caracterizam? Como atuam?	Direta

Fonte: Elaborado pelo autor.

Referente aos artigos que associaram a temática ambiental agrotóxicos indiretamente com a RP (Quadro 15, trabalhos B, F, G, H e J), é pertinente destacar que os artigos F, H e J consideram que metodologias escolares baseadas na RP devem estar sempre relacionadas com o mundo real, para que, dessa maneira, o aluno possa fazer relações do que se aprende na escola com seu próprio dia a dia. Nesse contexto, entendemos que não basta aprendermos a resolver problemas perfeitos, imaginários, idealizados e pouco ou nada associados ao entorno social na escola, já que se pode afirmar que o conhecimento usado na resolução de problemas idealizados mostra-se insuficiente na resolução de problemas da contemporaneidade formados de disputas sociais com componente científico-tecnológico (REIS, 2004).

O artigo J considera que a participação das crianças na resolução de problemas retrata uma atividade para sugestão de alternativas aos efeitos colaterais que o desenvolvimento científico-tecnológico gera. Ainda conforme os pesquisadores, a temática agrotóxicos esteve presente ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Apesar de o tema principal da pesquisa do artigo J não ter sido agrotóxicos e resolução de problemas, essas temáticas vieram à tona graças à metodologia empregada que possibilitou aos aprendizes, crianças de 8 a 12 anos, realizarem questionamentos de uma forma dialógica, tendo os pesquisadores como mediadores da aprendizagem, desenvolvendo nos sujeitos da pesquisa o pensamento crítico, a argumentação, além da construção do conhecimento. Conhecimento este que partiu do cotidiano dos alunos, da sua realidade, ou seja, do plantio de uma horta no ambiente escolar, motivando-os a se tornarem protagonistas da sua própria aprendizagem.

Sobre os artigos que relacionaram diretamente o assunto agrotóxicos com a RP (Quadro 15), destacamos que os artigos A, D e E descreveram os problemas na íntegra nos trabalhos, os artigos C e K fizeram uso de Estudos de Caso nas suas pesquisas e apresentaram as partes mais importantes do Caso a ser resolvido. No que tange ao artigo I, o problema não foi descrito no trabalho.

Pela nossa apreciação do artigo I, observamos que apesar de as autoras terem citado que os estudantes estiveram envolvidos com resolução de problemas, não encontramos, no artigo analisado, problemas a serem solucionados. Certamente isso se deve ao fato de no artigo examinado as autoras terem afirmado que apresentariam os resultados obtidos na última etapa da pesquisa por elas realizada, ou seja, dos dados referentes à produção textual dos alunos. O artigo por nós analisado é um recorte de uma dissertação de mestrado. Os alunos do EM, sujeitos da referida pesquisa, responderam a um questionário diagnóstico a respeito do tema, participaram de atividades em grupos, realizaram leituras e discussões de textos, resolução de problemas, pesquisas

com agricultores do município onde vivem, elaboração de seminários e produção textual cujo título era: Agrotóxicos: o que posso fazer perante os problemas gerados por eles?

Cabe ainda destacar que no problema descrito no artigo D o termo agrotóxicos não foi utilizado, pois os investigadores, na pesquisa realizada, focaram sua análise na fertilidade do solo com o intuito de serem trabalhados os conteúdos conceituais de mistura, substância (simples e composta), além de elemento químico. Entretanto, a partir disso, temas mais abrangentes surgiram, tais como: a agricultura convencional, a agricultura orgânica, a polêmica dos transgênicos, o uso de agrotóxicos, a produção de alimentos e a questão da fome. Além disso, o texto utilizado como leitura para resolver a situação-problema foi “A agricultura moderna esgota os recursos naturais”, essa escrita traz informações sobre os agrotóxicos e outros tópicos relacionados com a agricultura.

Sobre a sequência didática analisada nos artigos que relacionaram diretamente a temática agrotóxicos com a RP, a utilização de alguns procedimentos motivacionais foi percebida durante a análise dos trabalhos. Isso ocorreu nos artigos C, D, E, I e K. Nesse contexto, entendemos que devemos privilegiar os nossos alunos dentro de uma perspectiva em que os estudantes construam seus próprios conhecimentos, para isso, devemos torná-los protagonistas no processo de ensino e aprendizagem motivando-os a se apropriar do que lhes foi ensinado. Entretanto, “o modo como são propostas as tarefas escolares são por vezes desagradáveis para as crianças e os conteúdos são repetitivos, fazendo com que haja a desmotivação do estudante no processo de aprendizagem” (ALVARENGA; CARMO; BRANCO, 2018, p. 127).

Dessa maneira, o uso de atividades didáticas que possam motivar e estimular os estudantes a aprender se fazem necessárias na educação escolar. No artigo C, por exemplo, percebemos que o resultado positivo do trabalho aplicado pelos pesquisadores está relacionado à dinâmica desenvolvida. Verificamos que houve motivação por parte dos aplicadores da pesquisa, quando propiciaram discussões acerca do tema abordado, troca de saberes e apresentação de um vídeo, tendo em vista o desaparecimento das abelhas. Além disso, o assunto abordado foi de relevância aos educandos, uma vez que apesar de partir de um problema aparentemente pessoal, “o caso de Luíza”, tratava de uma situação que envolve o cotidiano de todos nós: a importância das abelhas para a humanidade. Da mesma forma, os alunos puderam discutir entre si possíveis e variadas soluções para o caso apresentado, tendo o professor como mediador das discussões, fato que auxiliou os aprendizes a aprimorarem suas respostas, refletirem sobre a questão, tornando-os, assim, agentes do processo de ensino e aprendizagem.

A utilização de pesquisas e problemas contextualizados com a vivência do educando foi verificada nos artigos A, C, D, E, I e K. Sobre essa etapa, entendemos que as questões sociocientíficas estão inseridas no contexto de vida das pessoas, ou seja, constituem-se problemas

reais. Nesse contexto, Figueiredo (2006) acredita que “só com uma metodologia ativa e práticas de sala de aula que promovam a discussão, o confronto com as concepções, a reflexão sobre a sua adequação face às questões em causa e a, eventual, tomada de posições” (p. 5), poderemos ter um enfoque eficaz não somente nos contextos relacionados com a sustentabilidade, mas também nos contextos políticos, econômicos e sociais.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) entendem que métodos de ensino ativos, que colocam o aluno como centro do processo de educação, são capazes de proporcionar uma formação mais integral, compatível com a perspectiva de formação cidadã. Dessa maneira, é necessário trazer o mundo externo para dentro do espaço escolar, possibilitando o acesso a novas formas de compreendê-lo, propondo assuntos realmente significativos para nossos alunos e tornando a aprendizagem uma conquista pessoal e coletiva para uma vida melhor.

Nesse sentido, acreditamos que atividades pedagógicas baseadas na RP têm esse caráter ativo, colocando o aprendiz como protagonista no seu processo de ensino e aprendizagem. Os resultados apresentados por estudos que utilizaram essas propostas na EB revelam um aporte expressivo no que diz respeito à aprendizagem dos educandos, uma vez que é uma metodologia centrada nos aprendizes e na construção do conhecimento por eles que têm participação ativa na educação escolar, envolvendo conhecimentos científicos contextualizados, por intermédio de situações-problema da vida real.

A pesquisa referente ao artigo K teve como finalidade apreender as perspectivas e os limites do tratamento de temáticas sociocientíficas, tendo como contexto o método do Estudo de Caso no ensino, associado à tomada de decisão relativa à utilização ou não de agrotóxicos. Para tanto, as pesquisadoras fizeram uso da narrativa fictícia, contudo apresentando verossimilhança, na qual os personagens responderam a dilemas no que tange à questão proposta. De acordo com as investigadoras, a averiguação apontou que o emprego do método do Estudo de Caso no Ensino de Ciências caracterizou-se como estratégia positiva à motivação, ao interesse, à aprendizagem e à autonomia dos aprendizes. Além disso, as estudiosas verificaram que os educandos exibiram argumentos que tiveram como ênfase os aspectos econômicos, sociais e ambientais relacionados com a temática agrotóxicos para darem uma solução ao caso.

Creem as pesquisadoras do artigo K que a difusão do método de Estudo de Caso no Ensino de Ciências possa favorecer o aprendizado dos alunos de uma forma mais prazerosa e significativa, oportunizando o desenvolvimento de cidadãos comprometidos com a sociedade em que vivem e capazes de se posicionarem de forma crítica perante a necessidade da tomada de decisões coletivas e prontos a buscarem a sustentabilidade.

Cabe destacar que os Estudos de Caso são narrativas de pessoas que necessitam resolver seus problemas face a certas questões. Essas narrativas são denominadas “casos” e motivam os aprendizes a se questionarem como e qual o motivo da ocorrência de certos fenômenos. Além disso, faz com que os educandos reflitam acerca de possíveis formas de solucionar problemas específicos. Outrossim, o método de Estudo de Caso oportuniza ao estudante “direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável” (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 12).

Pela nossa análise do artigo K, percebemos que a temática agrotóxicos e o emprego da metodologia de Estudo de Caso possibilitaram aos sujeitos da pesquisa uma aprendizagem motivadora, contextualizada ao seu cotidiano. Por intermédio da metodologia utilizada, tendo as pesquisadoras agido como mediadoras da aprendizagem, os educandos puderam dialogar entre si, hipotetizar, refletir criticamente acerca do uso de agrotóxicos e, de maneira autônoma, chegar a uma tomada de decisão sobre o problema proposto, levando em conta argumentos baseados em questões técnicas, científicas, sociais, éticas para a formação do indivíduo como cidadão.

A busca de informações em textos, vídeos e internet e uma abordagem comunicativa dialógica, na qual o docente atua como mediador junto aos alunos, foi verificada nos trabalhos C, D, E, I e K. Nesse sentido, acreditamos que é fundamental que o docente entenda o seu papel como mediador do processo de ensino e aprendizagem, para que os alunos sejam capazes de transformar informações em conhecimentos, gerando novas aprendizagens para suas vidas. É necessário que o professor faça perguntas condutoras, e não apenas responda, considerando as experiências vivenciadas e educativas que os estudantes trazem.

Alvarenga, Carmo e Branco (2018) entendem que a partir de uma metodologia que incentiva a pesquisa e a curiosidade, o aluno pode despertar seu interesse pelo tema proposto e demonstrar as experiências já vivenciadas para solucionar determinado problema. Nesse sentido, o educador deve orientar de forma dialogada e comunicativa essa atividade, criando oportunidades para que os alunos construam novos saberes para além das situações educativas, transcendendo os muros da escola. Assim sendo, “o professor, mediador da aprendizagem, em conjunto com o estudante, cria conexões mentais para que o corpo discente possa compreender os conteúdos ensinados e, dessa forma, ocorrer a aprendizagem significativa” (ALVARENGA; CARMO; BRANCO, 2018, p. 141).

Os artigos científicos que propuseram uma reflexão crítica acerca do assunto agrotóxicos em suas pesquisas foram os trabalhos C, D, E, I e K. O artigo I propôs a temática agrotóxicos como sendo uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de Química sob uma perspectiva CTS (ciência-tecnologia-sociedade). As pesquisadoras discutiram a contribuição de uma sequência

didática relacionada à temática agrotóxicos na articulação de conhecimentos químicos e questões ambientais com estudantes do Ensino Médio. Os educandos, sujeitos da pesquisa, responderam a um questionário diagnóstico a respeito do tema, participaram de atividades em grupos, realizaram leituras e discussões de textos, RP, pesquisas com agricultores do município onde vivem, elaboração de seminários e produção textual cujo título era “Agrotóxicos: o que posso fazer perante os problemas gerados por eles? ”. Para as investigadoras, os resultados que obtiveram mostraram que o desenvolvimento da sequência didática expandiu a visão dos aprendizes sobre as implicações sociais e ambientais causadas pela utilização imprópria dos agrotóxicos. Da mesma maneira, houve reflexões e um maior entendimento acerca do assunto abordado, destacando, segundo as pesquisadoras, a importância de se apresentar questões socioambientais no ensino de Química numa perspectiva da CTS. Além disso, as autoras afirmaram que as propostas apresentadas durante a intervenção pedagógica oportunizaram a compreensão de conhecimentos de química pelos aprendizes, propiciaram o desenvolvimento do pensamento crítico no que tange à interferência do homem nas problemáticas ambientais relacionadas aos agrotóxicos. Outrossim, muitos educandos mencionaram em seus textos a utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) como prevenção para os agricultores, demonstrando uma preocupação em torná-los conscientes no que diz respeito à utilização efetiva de equipamentos de segurança ao manusearem e aplicarem agrotóxicos em suas plantações, já que vários desses trabalhadores rurais, mesmo conhecendo a importância de usarem equipamentos de proteção, não os utilizam, seja por descuido ou negligência. Nesse contexto, Tozoni-Reis (2006) acredita na educação que conscientiza, pois esta possui o objetivo de modificar as relações entre os sujeitos e o ambiente em um processo onde haja ação e reflexão, tendo em vista a transformação das relações sociais.

Pela apreciação do artigo I, não encontramos problemas a serem solucionados. Entretanto, as pesquisadoras afirmaram que a RP estava presente na sequência didática proposta na pesquisa, e que essas etapas pedagógicas motivaram os estudantes a buscarem e a fixarem conhecimentos a respeito de uma realidade que os cerca, tendo como meta a busca da solução para o uso de agrotóxicos, havendo uma reflexão crítica sobre os aspectos químicos, sociais, econômicos, políticos e ambientais relacionados aos agrotóxicos tema do texto que tiveram de escrever.

Outra etapa presente nos artigos A, C, D, E, I e K foi a formulação de hipóteses pelos estudantes. Para Lopes (1994) a RP no Ensino de Ciências é definida como um processo e não como uma atividade/tarefa pontual. O pesquisador acredita que essa metodologia é capaz de desenvolver habilidades fundamentais “na formação científica dos alunos, como por exemplo, a formulação de hipóteses, o controle de variáveis e desenvolve, para além disso, várias atitudes desejáveis, tais como a persistência”. Outrossim, entende que “a vivência de um processo de RP

não só aumenta os saberes, como também desenvolve algumas competências cognitivas, tais como as capacidades de formular, identificar, converter e resolver problemas” (LOPES, 1994, p. 7). Entretanto, pesquisas das didáticas das Ciências referentes à literatura sobre RP advertem que é necessário elaborar argumentos que sustentem a tomada de decisão frente a um problema. Dessa maneira, é fundamental que além de solucionar o problema, deva-se também justificar suas hipóteses ou ações perante a situação que lhe foi apresentada para propor uma resolução (JIMENEZ-ALEXANDRE; AGRASO, 2006; GOI, 2014).

O artigo E apresentou o planejamento, assim como os resultados da realização de cinco oficinas as quais versaram sobre a temática agrotóxicos. Segundo os pesquisadores, a temática agrotóxicos foi selecionada já que produtos tais como pesticidas, herbicidas, fungicidas entre outros compostos eram empregados pelos educandos, participantes da pesquisa, uma vez que suas famílias possuíam sua subsistência baseada na agricultura. Por sua vez, consoante os estudiosos, as oficinas temáticas tiveram como objetivo associar tópicos do ensino de Química aos agrotóxicos, aludir aspectos históricos do uso dessas substâncias químicas e, da mesma forma, abordar questões de segurança como a utilização de EPIs, o descarte das embalagens, como também consequências dos agrotóxicos no organismo, tendo como objetivo favorecer a aprendizagem de Química e, da mesma maneira, atentar para a formação do aluno como cidadão.

Averiguamos que a metodologia empregada pelos estudiosos levou os aprendizes a uma atitude investigativa, colaborativa e autônoma na resolução dos problemas apresentados relacionados com a temática ambiental agrotóxicos. Houve uma grande motivação por parte dos sujeitos da pesquisa, uma vez que o assunto abordado, agrotóxicos, fazia parte de sua vida diária. A partir disso, os pesquisadores utilizaram os conhecimentos prévios dos aprendizes acerca do assunto para acrescentar as informações necessárias para a construção do conhecimento, numa postura dialógica, sendo os pesquisadores mediadores da aprendizagem, tendo como objetivo a reflexão crítica sobre o tema em questão e, a partir disso, tomarem uma decisão consciente, levando a um processo efetivo de ensino e aprendizagem.

Todavia, como indica o Quadro 16, em cinco artigos (B, F, G, H e J) os resultados apresentados nesses trabalhos não estavam relacionados diretamente com o desenvolvimento de conhecimentos através da RP e/ou com a temática ambiental agrotóxicos. Os outros seis artigos (A, C, D, E, I e K) apresentaram resultados relacionados diretamente com propostas pedagógicas que utilizaram a RP e a temática agrotóxicos. Cinco desses trabalhos (C, D, E, I e K) tiveram resultados expressivos em suas pesquisas, viabilizando o emprego de atividades baseadas na RP, contextualizando a temática agrotóxicos no ensino de Ciências. Apenas o artigo A, que fez uso da

RP para trabalhar sobre agrotóxicos, não obteve desenvolvimento de conceitos, atitudes, procedimentos e outros conhecimentos referentes a esse assunto.

Quadro 16: Resultados das pesquisas.

Resultados	Artigo(s) correspondente(s)
Os resultados relatados na pesquisa realizada foram positivos. A dinâmica desenvolvida na proposta pedagógica, utilizando a RP favoreceu o desenvolvimento de conhecimentos sobre a temática ambiental agrotóxicos dos sujeitos participantes da pesquisa.	C, D, E, I, K
Embora o problema contextualize a temática agrotóxicos com a realidade do aluno, não houve desenvolvimento de conhecimentos sobre esse tema. Os educandos resolveram o problema com seus próprios saberes, não havendo interferência dos pesquisadores ou da professora da disciplina ou consulta a materiais de apoio. Dessa maneira, as respostas dos alunos foram breves e superficiais.	A
Os resultados apresentados não foram relacionados diretamente com a metodologia da RP e/ou com a temática ambiental agrotóxicos.	B, F, G, H, J

Fonte: Elaborado pelo autor.

Conforme indicação no Quadro 16 e pela análise das propostas pedagógicas empregadas, é pertinente destacar que os artigos que obtiveram resultados significativos quanto ao desenvolvimento de conhecimentos em suas pesquisas (C, D, E, I e K) utilizaram uma sequência didática que favoreceu esses bons rendimentos. Verificamos, nesses trabalhos, o emprego da motivação para as tarefas propostas, contextualização do tema à vivência dos educandos, a busca de informações em diversas fontes, tendo o docente como mediador da aprendizagem num processo dialógico no qual os aprendizes puderam hipotetizar, trocar ideias, refletir criticamente acerca das problemáticas a eles sugeridas até chegarem à resolução dos problemas apresentados.

4.5 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES

Frente ao conjunto de dados analisados, identificamos 11 trabalhos que relacionaram direta ou indiretamente propostas pedagógicas norteada pela RP com a temática agrotóxicos. As pesquisas apresentaram, na sua grande maioria, perfil qualitativo com a análise das produções escritas dos estudantes como principal instrumento de coleta de dados. Sobre essas investigações qualitativas, diversos autores não aludem a um método em específico, indicando apenas que sua pesquisa é qualitativa. Portanto, apesar de alguns métodos já constituírem a própria técnica, apenas quatro trabalhos especificaram os instrumentos de coleta de dados e as técnicas de análise. Nesse

sentido, percebemos que quando os autores dizem adotar uma metodologia qualitativa praticamente não fazem referência ao tipo de técnica de análise utilizada.

No que diz respeito à origem geográfica dos pesquisadores das instituições de ensino superior e básico, mais da metade dos autores e das pesquisas executadas corresponde a instituições de ensino superior federais e estaduais das regiões Sul e Sudeste, demonstrando uma centralização sistemática da produção de conhecimento nas regiões Sudeste e Sul, dando-se enfoque aos estados que são sedes de universidades federais e estaduais as quais estão constituídas no cenário acadêmico nacional.

Sobre os princípios da interdisciplinaridade, percebemos que mais da metade dos trabalhos averiguados descreveram relação com essa perspectiva. O artigo C, por exemplo, considera que métodos que usam a RP estão relacionados diretamente com a interdisciplinaridade, e defende o uso dessa proposição juntamente com práticas interdisciplinares no processo de ensino e aprendizagem na área das Ciências da Natureza.

Tendo em vista os artigos analisados que relacionaram diretamente a temática ambiental agrotóxicos à propostas pedagógicas que empregaram a RP, ressaltamos que apenas seis trabalhos foram encontrados em nossa busca. Os demais artigos, cinco no total, fizeram uma associação indireta. Acreditamos que o resultado da nossa procura revela uma escassez de pesquisas que busquem favorecer a tomada de consciência sobre os riscos da utilização desmedida de agrotóxicos, aliada a uma metodologia que faça os alunos refletirem criticamente a respeito de temáticas que os afetam no seu cotidiano. Entretanto, cabe salientar que dos seis trabalhos que relacionaram a temática agrotóxicos à metodologia de RP diretamente, cinco deles alcançaram o objetivo de fomentar o processo de conscientização dos discentes acerca dos perigos que os agrotóxicos trazem ao meio ambiente e aos seres humanos, por meio de uma metodologia crítica e reflexiva. Esses dados vão ao encontro das pesquisas que empregamos a metodologia da RP em diferentes níveis e modalidades da EB (RIBEIRO; PASSOS; SALGADO, 2018a; 2019a; 2019b), contextualizando a temática ambiental agrotóxicos e que foram capazes de ajudar os alunos a desenvolverem conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais referentes aos problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar.

Assim sendo, por ser o Brasil o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, atentamos para a importância de novos estudos sobre metodologias de ensino com natureza investigativa e problematizadora, num cenário no qual se encontram poucos trabalhos direcionados à tomada de consciência dos estudantes da EB a respeito dessa problemática ambiental.

4.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, M. M. S. C.; CARMO, G. T.; BRANCO, A. L. C. A utilização do método estudo de caso sobre o ensino de ciências naturais para os discentes do ensino fundamental da educação de jovens e adultos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, p. 126-143, 2018.
- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.
- BELCHIOR, D. C. V. *et al.* Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2014.
- CARNEIRO, F. F. *et al.* (Org.). **Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro/São Paulo: Expressão popular, 2015, p. 624.
- DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (Org.) **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13-42.
- FERNANDES, C. S.; STUANI, G. M. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.
- FIGUEIREDO, O. A controvérsia na educação para a sustentabilidade: uma reflexão sobre a escola do século XXI. **Interacções**, Portugal, n. 4, p. 3-23, 2006.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.
- GOI, M. E. J. **Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de Resolução de Problemas na Educação Básica**. (Tese de doutorado em Educação). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 2014.
- GRECA, I. M.; COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. Análise descritiva e crítica dos trabalhos de pesquisa submetidos ao III ENPEC. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 60-65, 2002.
- JAPIASSU, H. Prefácio. In: FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. 3 ed. São Paulo: Loyola, 1991. 119p.
- JIMENEZ-ALEXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em Revista**, v.43, n. 1, p. 13-35, 2006.
- KRASILCHICK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- LACERDA, C. C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO-JR, C. A. C. Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 75-82, 2012.
- LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. **Química Nova**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2017.

- LOPES, J. B. **Resolução de problemas em Física e Química**: modelo para estratégias de ensino-aprendizagem. Lisboa: Texto, 1994.
- MARQUES, G. Q.; CUNHA, M. B. Resolução de Problemas: Uma Análise Realizada com Estudantes do Ensino Médio de uma Escola Urbana e de uma Escola do Campo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 2, p. 669-697, 2018.
- MISTURINI, A. FERNANDES, C. S. A temática dos agrotóxicos: uma análise em livros didáticos de Química do Ensino Médio aprovados no Plano Nacional do Livro Didático de 2015. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 20, n. 1, p. 130-152, 2018.
- PERES, F.; MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003.
- REIS, P. **Controvérsias sociocientíficas**: discutir ou não discutir? Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa: Lisboa, 2004.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. Método de resolução de problemas no ensino médio: uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 3, n. 2, p. 643-664, 2018a.
- RIBEIRO, D. C. A. **A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2018b, 161p.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019a.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. The Environmental Issue of Pesticides: The Problem-Solving Methodology in Elementary School. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 21, n. 4, p. 97-114, 2019b.
- SÁ, L.P., FRANCISCO, C.A.; QUEIROZ, S.L. Estudos de caso em química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731 - 739. 2007.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de Química**. Campinas, São Paulo: Átomo, 2010. 95p.
- SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A.; MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. **Transinformação**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 15-32, 2016.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar**, Curitiba, n. 27, p. 93-110, 2006.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.
- ZAPPE, J. A.; BRAIBANTE, M. E. F. Contribuições através da temática agrotóxicos para a aprendizagem de química e para a formação do estudante como cidadão. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 3, p. 392-414, 2015.

Capítulo 5

*A TEMÁTICA AMBIENTAL AGROTÓXICOS: A METODOLOGIA DA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO FUNDAMENTAL*

Uma importante abordagem na compreensão da educação ambiental crítica é entendê-la como um processo político de apropriação crítica e reflexiva de conhecimentos, atitudes, valores e comportamentos que têm como objetivo a construção de uma sociedade sustentável do ponto de vista ambiental e social.

TOZONI-REIS, 2007.

A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas no Ensino Fundamental²⁸

The Environmental Issue of Pesticides: The Problem-Solving Methodology in Elementary School

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro²⁹

Camila Greff Passos³⁰

Tania Denise Miskinis Salgado³¹

Resumo: Este artigo consiste da investigação de uma experiência de uso da Metodologia de Resolução de Problemas (MRP) no Ensino Fundamental (EF). A pesquisa foi desenvolvida tendo como participantes 21 alunos do 9º ano de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Assim sendo, três problemas foram elaborados, tendo em vista diferentes aspectos da temática ambiental relacionada a Agrotóxicos. Esses problemas foram solucionados pelos alunos em três grupos, em uma sequência didática que compreendeu seis momentos. Esse tema foi escolhido para contextualizar os problemas apresentados porque o Brasil é o maior consumidor de Agrotóxicos do mundo e, além disso, ele já está presente em alguns livros didáticos de Ciências do EF. Para a coleta de dados, foram utilizados o Diário de Campo dos pesquisadores, a produção escrita dos estudantes e a gravação do áudio da aula em que os estudantes vivenciaram a MRP. Os resultados observados e coletados revelaram que a sequência didática utilizada possibilitou aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais em relação à MRP e aos conhecimentos científicos abordados.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Ensino Fundamental. Educação Ambiental. Agrotóxicos.

Abstract: In this article we present an experience that took place in an Elementary School (ES) using the Problem-Solving Methodology (PSM). The research was developed with the participation of 21 students from the 9th grade of a state-run public school in the city of Porto Alegre/RS. Three problems were elaborated, considering different aspects of pesticides' environmental impact. The students were divided into three groups in order to solve these problems in a six-phase teaching-learning sequence. This theme was chosen to contextualize the problems because Brazil is the world's largest consumer of pesticides, and also because pesticides can be found as a theme in some science books for ES. For the data collection, we used the researchers' field diary, the students' written material, and the audio recording of the classes in which the PSM was applied. The observed and collected results show that the use of the teaching-learning sequence allowed conceptual, procedural and attitudinal learning related to the PSM and to the scientific topics studied.

Keywords: Problem Solving. Elementary School. Environmental Education. Pesticides.

²⁸ RIBEIRO, D. C. A., PASSOS, C. G., SALGADO, T. D. M. The Environmental Issue of Pesticides: The Problem-Solving Methodology in Elementary School. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 21, n. 4, p. 97-114, 2019.

²⁹ Doutorando em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialista em Educação Ambiental (Senac), graduado em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³⁰ Doutora em Educação Química e mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e licenciada em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Educação Química.

³¹ Doutora em Ciências com Área de Concentração Física Experimental, Mestre em Engenharia de Materiais e Bacharel em Química, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

5.1 INTRODUÇÃO

Este trabalho científico faz parte de uma pesquisa em andamento para compor uma tese de Doutorado, cujo principal objetivo é analisar as formas de contribuição da implementação de sequências didáticas que utilizem a Metodologia de Resolução de Problemas (MRP) para o desenvolvimento das principais tipologias de aprendizagem (ZABALA, 1998) relacionados com os impactos ambientais que os Agrotóxicos podem causar. Pretendemos, assim, conscientizar os alunos de diferentes níveis e modalidades da Educação Básica (RIBEIRO; PASSOS; SALGADO, 2017, 2018, 2019) a respeito dessa problemática ambiental. Esses artigos possuem os mesmos objetivos, entretanto, com discussões e enfoques teóricos diferentes, de acordo com cada etapa de desenvolvimento dos sujeitos da pesquisa. Neste estudo, apresentaremos a análise da experiência de utilização da MRP no Ensino Fundamental (EF), trabalhando a temática agrotóxicos numa perspectiva ambiental crítica.

No Ensino de Ciências, é preciso que o docente planeje a aula de modo que o estudante seja capaz de relacionar-se com uma nova cultura, uma nova realidade científica, a fim de desempenhar a prática consciente propiciada pelos saberes e noções científicas, suspendendo a rigidez dentro do conteúdo programático da disciplina, buscando servir à sociedade. Além disso, o Ensino de Ciências deve ser planejado para a formação cidadã, promovendo benefícios práticos para as pessoas, a sociedade e o ambiente, de modo que se reconheçam as implicações científicas no cotidiano (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Farias (2005) explica que uma boa maneira de os alunos perceberem que a Química e as Ciências não existem apenas nas indústrias e laboratórios é utilizar os exemplos do cotidiano como ponto de partida para a abordagem dos conteúdos. O mesmo autor comenta sobre as mudanças ocorridas nos livros didáticos, que passaram a adotar esse tipo de abordagem/enfoque suscitados pela necessidade desse tipo de metodologia, tendo em vista a importância de ilustrar ou iniciar um conteúdo utilizando exemplos tirados da realidade dos educandos. É preciso que os estudantes passem a entender as implicações das Ciências e da tecnologia na sociedade e no ambiente. Para que isso possa acontecer, os educadores devem entender que o público alvo da sua prática docente são os alunos, portanto o que ensinamos deve ser bom para eles, e não para nós, professores, afinal, a aprendizagem deve preparar para a vida, não apenas para exames, provas ou vestibulares (FARIAS, 2005).

Mortimer (2002) argumenta sobre o aprendizado, levando em consideração os problemas reais de uma comunidade. Entende que não adiantam esforços em mudar o Brasil através da escola se não integrarmos esse espaço escolar à comunidade. Acredita que usando problemas reais dos alunos podem-se apurar diversos contratempos da própria comunidade, que poderiam ser

abordados nas aulas, não havendo motivos para simular problemas hipotéticos. Nesse contexto, se atacarmos essas problemáticas que surgem de nossas condições sociais, econômicas, culturais e ambientais, temos uma condição singular de, como comunidade brasileira, contribuir significativamente para a comunidade mundial de pesquisa em educação no que se refere a problemas científicos e tecnológicos (MORTIMER, 2002).

Pesquisas relacionadas com a MRP desenvolvidas com alunos do EF vêm colaborando significativamente para a melhoria da qualidade no processo de ensino e aprendizagem (FREIRE, SILVA JÚNIOR; SILVA, 2011; FINCO-MAIDAME; MESQUITA, 2017; FRANÇA; MALHEIRO, 2017; KÜLL; ZANON, 2017). Esses autores afirmam que essa metodologia foi eficaz e significativa para os participantes das investigações, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, auxiliando-os em seu processo de ensino e aprendizagem.

A metodologia aplicada nas pesquisas, cujos sujeitos foram alunos do EF, foi expressiva para que os educandos fossem autônomos na construção de seu próprio conhecimento, pois possibilitou desenvolver nos estudantes a capacidade de interagir com situações do cotidiano (FINCO-MAIDAME; MESQUITA, 2017; FRANÇA; MALHEIRO, 2017; KÜLL; ZANON, 2017). Na MRP, a aprendizagem do aluno é o centro do procedimento que está sendo aplicado, para que eles possam estar comprometidos com o processo de construção do conhecimento. Dessa forma, o processo advém da interação educando-professor no qual o docente opera como mediador e não como detentor do saber.

Acreditamos que a MRP pode levar os educandos a serem capazes de encarar situações do dia a dia, avaliando-as por intermédio dos modelos conceituais e também dos próprios procedimentos da Ciência. Em conformidade com Pozo e Crespo (1998), existe um elevado número de situações diárias que apresentam problemas relacionados com o funcionamento da natureza e da tecnologia. Os seres humanos estão constantemente em contato com objetos e produtos científicos, mas compreendem e sabem pouco sobre o seu funcionamento.

Relacionado com estudos sobre o comprometimento que deve ter a educação escolar com a formação dos estudantes, Lipman (1995) destaca a impossibilidade de se acreditar que os estudantes poderão aprender a pensar melhor por meio de um processo educacional que pouco os estimula a pensar, ressaltando, ainda, que muitos docentes se negam a reformular seus planos de aula, pois segundo tais professores seria esse um esforço em vão quando se visa aprimorar as habilidades que os educandos já deveriam ter trazido para a sala de aula.

Para Zabala (1998), aprender não é apenas copiar ou reproduzir a realidade. Significa integrar conhecimentos já existentes aos novos, modificando-os e estabelecendo relações. Tendo em vista os seus pressupostos, as relações que se constituem entre os docentes, os discentes e os

conteúdos no processo de ensino e aprendizagem sobrepõem-se às sequências didáticas, uma vez que o professor e os educandos possuem um determinado grau de participação nesse processo, diferentemente do ensino tradicional, caracterizado pela transmissão/recepção e reprodução de conhecimentos. Assim sendo, partindo do conceito de aprendizagem construtivista, o autor apresenta as seguintes tipologias de aprendizagem: conceitual (O que se deve aprender?); procedimental (O que se deve fazer?); e atitudinal (Como se deve ser?). O autor, acerca da concepção de aprendizagem, declara que não é possível ensinarmos sem nos atermos às referências de como os estudantes aprendem, colocando em foco as particularidades dos processos de aprendizagem de cada educando que é diferente em muitos aspectos (físico, emocional, cognitivo, por exemplo).

O estudioso assegura que “quando se explica de certa maneira, quando se exige um estudo concreto, quando se propõe uma série de conteúdos, quando se pedem determinados exercícios, quando se ordenam as atividades de certa maneira, etc, por trás dessas decisões se esconde uma ideia sobre como se produzem as aprendizagens” (ZABALA, 1998, p. 33).

Sobre nossa temática ambiental de pesquisa, Gewandsznajder (2015a) explica que as plantações são, comumente, mais suscetíveis a um ataque de insetos do que a vegetação natural. Com a retirada da mata original, muitos predadores de insetos desaparecem, ocasionando um desequilíbrio ambiental, prejudicando, assim, a agricultura. Na agricultura, o controle químico é, atualmente, o método mais utilizado tanto por pequenos, médios e grandes produtores e constitui-se no uso de produtos químicos, os chamados Agrotóxicos, (inseticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas etc.) com o intuito de controlar pragas e doenças. Os Agrotóxicos possuem uma ação rápida e eficaz, entretanto provocam o desenvolvimento de populações resistentes do inseto, o surgimento de novas pragas ou, até mesmo, a ressurgência de outros, ocorrência de desequilíbrio biológico, implicações danosas ao homem, a outros animais e, também, podem contaminar as diferentes matrizes ambientais.

Acreditamos em uma educação que possa levar os educandos a um conhecimento crítico e reflexivo, e que realmente possa tornar os estudos em educação ambiental relevantes para a sociedade, para a educação ambiental crítica e transformadora e para a educação emancipatória (TOZONI-REIS, 2007). Esse princípio educacional tem caráter coletivo, dinâmico, complexo e contínuo de conscientização e participação social, articulando teoria e prática, marcada pela abordagem interdisciplinar (POMBO, 1994).

Pensando na problemática ambiental relacionada com os Agrotóxicos e em uma proposta pedagógica que possa ser capaz de melhorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem, realizamos uma atividade entre Língua Portuguesa e Ciências com uma perspectiva ambiental

crítica (GUIMARÃES, 2004; LOUREIRO, 2005; TOZONI-REIS, 2007), com o objetivo de aplicar a metodologia de RP e de contextualizar nosso trabalho com a temática ambiental Agrotóxicos. Nesse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar as formas de contribuição da sequência didática aplicada para o desenvolvimento das principais tipologias de aprendizagem (ZABALA, 1998) relacionados com os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar.

5.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Resultante de um modo de produção majoritariamente capitalista em que o mundo se encontra, a degradação ambiental se intensifica continuamente em nossa sociedade. Dessa maneira, surge a necessidade de uma educação ambiental crítica, garantindo propostas e projetos que garantam rigor teórico e aprofundamento reflexivo sobre seus fundamentos, e que realmente possa tornar as pesquisas em educação ambiental relevantes para a comunidade (TEIXEIRA, et al., 2007). Essa necessidade de estudos ambientais, que realmente propicie um pensamento crítico e reflexivo nas pessoas, torna-se ainda mais necessária no espaço escolar.

De acordo com Tozoni-Reis (2001), a origem da ação educativa ambiental é o movimento de fazer-se plenamente humano pela apropriação e/ou transmissão crítica e transformadora da totalidade histórica e concreta da vida dos seres humanos no meio ambiente. Segundo a autora, esse processo educativo ambiental faz a mediação da apropriação, pelos sujeitos, das qualidades e capacidades fundamentais à ação transformadora responsável diante do ambiente em que vivem (TOZONI-REIS, 2001).

Pesquisadores na área de educação vêm trazendo valiosas contribuições para significar e ressignificar fundamentos e conceitos da educação ambiental, no sentido de proporcionar no processo de construção do seu campo teórico uma sedimentação epistemológica (GUIMARÃES, 2004; LOUREIRO, 2005; TOZONI-REIS, 2007). Esses autores, em suas obras, problematizam e contextualizam a educação ambiental em uma perspectiva crítica e dialógica.

Tozoni-Reis (2007) explica que uma importante abordagem na compreensão da educação ambiental é entendê-la “como um processo político de apropriação crítica e reflexiva de conhecimentos, atitudes, valores e comportamentos que têm como objetivo a construção de uma sociedade sustentável do ponto de vista ambiental e social” (p. 180).

Nesse contexto, a educação crítica situa-se no horizonte da ação política da educação se voltada para a transformação social, como reflete Guimarães (2004, p.25): “Senti necessidade de ressignificar a educação ambiental como “crítica”, por compreender ser necessário diferenciar uma

ação educativa que seja capaz de contribuir com a transformação de uma realidade que, historicamente, coloca-se em uma grave crise socioambiental”.

Nessa linha de pensamento, Teixeira, et al., (2007) afirmam que “a pesquisa em educação ambiental deve ser mediada a partir de reflexões dos seus fundamentos e conceitos, para que esta não acabe legitimando as contradições produzidas pelo modo de produção capitalista” (p. 3). Os mesmos autores acreditam que apenas por meio de uma rigorosa e densa reflexão dos princípios teóricos da educação ambiental, seremos capazes de problematizar as práticas educativas e as tendências teóricas, “proporcionando a reflexão destas contradições e, conseqüentemente, apontando para a necessidade de mudança qualitativa nos processos determinantes da problemática ambiental que se materializa na organização social em situações concretas e de modo concreto” (TEIXEIRA, et al., 2007, p. 3).

Acreditamos que a finalidade precípua da escola é desenvolver a formação integral do aluno, por intermédio de uma aprendizagem que privilegie experiências vividas pelos estudantes e os faça refletir profundamente sobre a realidade que os cerca, contribuindo assim para que possam se tornar cidadãos críticos e reflexivos. Uma EA crítica e reflexiva adquire especial relevância quando se tem em vista o contexto social em que os estudantes vivem.

Já discutimos, neste trabalho, que a metodologia de RP pode convergir para a formação integral do estudante, pois nesse tipo de método o professor não é o centro da aprendizagem, mas o orientador do processo de aprendizagem dos educandos, deixando de ser “o mestre conteudista” e dando aos estudantes a oportunidade de se desenvolverem em seus aspectos cognitivo, motor, afetivo e atitudinal, necessários para a conscientização sobre os riscos causados pelos Agrotóxicos.

Tendo em vista nosso aprofundamento teórico sobre uma EA crítica, percebemos que a conscientização supera a apropriação de conhecimentos sobre os Agrotóxicos, considerando que essa conscientização só será concretizada quando os alunos refletirem sobre esses conhecimentos adquiridos e conseguirem relacioná-los com os aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais a respeito dos reais perigos que essas substâncias químicas podem causar aos seres humanos e ao meio ambiente.

5.3 PROPOSTA METODOLÓGICA DE PESQUISA

Desenvolvemos, neste trabalho, uma investigação qualitativa, fazendo uso do Estudo de Caso para trabalhar com um cenário social bem específico. Lüdke e André (1986) explicam que os Estudos de Caso apresentam algumas características importantes, algumas delas são: visam à descoberta; enfatizam a interpretação em contexto; buscam retratar a realidade de forma completa

e profunda; usam uma variedade de fontes de informação; procuram representar os diferentes e às vezes conflitantes pontos de vista presentes numa situação social; podem ser semelhantes a outros, mas são também distintos, pois têm um interesse próprio, único, particular e representam um potencial na educação.

Os Estudos de Caso mais comuns são os que têm o foco em uma unidade – um indivíduo (caso único e singular, como o “caso clínico”) ou múltiplo, nos quais vários estudos são conduzidos simultaneamente: vários indivíduos, várias organizações, por exemplo. A partir desses pressupostos metodológicos, o Estudo de Caso descrito neste trabalho foi desenvolvido com 21 alunos do 9º ano do EF, turno diurno, de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Todos os participantes ou responsáveis assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os dados foram produzidos através de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998) dos pesquisadores, das produções escritas produzidas pelos educandos, da aplicação de questionário e da gravação do áudio da aula, para posterior análise de conteúdos. Essa metodologia se caracteriza como um dos procedimentos clássicos para interpretar materiais textuais. Segundo Bardin (2010), a Análise de Conteúdo é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, além de possibilitar “a interferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), interferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (p. 40).

5.4 PROPOSTA PEDAGÓGICA

Nesta investigação, tendo alunos do EF como sujeitos da pesquisa, analisamos uma experiência da utilização da MRP, contextualizando a temática agrotóxicos, sua descrição, uso e algumas possibilidades para essas substâncias químicas. Os educandos experienciaram a MRP na sala de vídeo de seu estabelecimento de ensino. Com o intuito de todos participarem da totalidade dos momentos do estudo, a experiência ocorreu em um único encontro de cinco períodos contínuos. Para a aplicação da proposta de pesquisa, empregamos uma sequência didática que abrangeu seis momentos, como demonstramos no Quadro 17.

Quadro 17. Sequência didática.

Momentos	Atividades
I	Introdução dos alunos ao tema, através de trechos de um vídeo de motivação (“O Veneno está na mesa 1” disponível em https://www.youtube.com/watch?v=fnyZwI7022I) e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os impactos ambientais que os Agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos.
II	Organização das equipes de trabalho em três grupos de sete pessoas, seguida da leitura e análise dos problemas, que foram apresentados no decorrer da discussão do presente trabalho.
III	Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta, que incluíram os livros didáticos das Ciências da Natureza do EF dos 6º e 7º anos indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático – 2017 (GEWANDSZNAJDER, 2015a e GEWANDSZNAJDER, 2015b) e o livro do 1º ano do ensino médio de Química indicado pelo Programa Nacional do Livro Didático – 2015 (SANTOS; MÓL, 2013).
IV	Elaboração das apresentações com as resoluções.
V	Plenária de apresentação das resoluções.
VI	Debate coletivo, no qual os professores formadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os problemas propostos podem ser categorizados como escolares, os quais possuem como meta desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes adequados à ciência e que viabilizam a compreensão dos fatos cotidianos; semiabertos, já que os enunciados exibem parcialmente os meios indispensáveis para a sua resolução; qualitativos, uma vez que os educandos podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem precisar de cálculos ou raciocínio matemático; e teórico-práticos, pois admitem métodos experimentais e raciocínios teóricos para solucioná-los (POZO; CRESPO, 1998). Destacamos que os problemas semiabertos e qualitativos possibilitam que os próprios estudantes incorporem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver a tarefa.

Optamos por elaborar três problemas com o objetivo de aprofundar o estudo dos conteúdos envolvidos na temática agrotóxicos (Quadro 18).

Quadro 18. Problemas formulados sobre Agrotóxicos para trabalhar com o EF.

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

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

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o término da sequência didática, para o fechamento das atividades, aplicamos um questionário, com o objetivo de avaliarmos a contribuição da metodologia de RP no entendimento e compreensão dos conteúdos pelos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades de análise, de raciocínio, de organizações e informação, de classificação, de investigação, de tomada de decisão. Tais habilidades são fundamentais para os objetivos educacionais (LIPMAN, 1995). Como o desenvolvimento da atividade aconteceu em um encontro contínuo, os vinte e um alunos responderam ao questionário.

5.5 OS SEIS MOMENTOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Na sala de vídeo da escola, local que possui aparelhagem completa para apresentações com imagem e som, além de acomodação adequada para os alunos, o professor de Ciências (PC) e o professor de Língua Portuguesa (PP) esclareceram aos educandos o objetivo da pesquisa a ser aplicada, explicaram que a gravação do áudio seria utilizada apenas para os fins da pesquisa e que suas identidades seriam preservadas. Feito isso, os pesquisadores questionaram a turma acerca do que são Agrotóxicos. Assim sendo, iniciou-se o **Momento I** da nossa sequência didática. Um estudante disse que é para os bichos não chegarem à planta. O PC continuou a indagar, questionando que se um bicho fosse até a planta que tem Agrotóxico, o que aconteceria com ele. A resposta de um educando foi que esse bicho morreria. Partindo dessa resposta, perguntou aos alunos o que significava uma substância que mata um ser vivo. Os alunos chegaram à conclusão de que os Agrotóxicos são um veneno. O docente prosseguiu seus questionamentos indagando se fosse colocado um veneno na comida de cada um deles, se isso seria algo bom ou ruim. Em uníssono, a turma respondeu que seria ruim. No prosseguimento do trabalho, o pesquisador seguiu indagando sobre o que são Agrotóxicos. Uma estudante disse que Agrotóxicos são produtos venenosos que matam as plantas, prejudicando a natureza. Outro estudante afirmou que Agrotóxicos são produtos utilizados na agricultura para melhorar as plantas, já um terceiro estudante comentou que Agrotóxicos são produtos tóxicos com o intuito de matar as plantas. A participação continuou e um educando respondeu que Agrotóxicos são utilizados nas plantações para os alimentos ficarem mais protegidos dos bichos e das bactérias. O aluno seguinte contribuiu asseverando que são produtos utilizados na lavoura para os alimentos evoluírem mais rapidamente, podendo prejudicar as plantas, os frutos, o solo e os seres humanos.

Apesar de algumas respostas carecerem de informações mais pontuais ou mesmo pela falta de um vocabulário mais preciso, o que se pôde observar pelas respostas dadas pelos educandos é que alguns têm uma noção acerca do que são Agrotóxicos, que essas substâncias não fazem bem aos seres vivos e ao meio ambiente, assim como percebem que os alimentos sem essas substâncias químicas são mais saudáveis para o consumo humano.

Quando se fazem diversos questionamentos aos alunos, o que o professor pretende é levar o estudante, por intermédio de perguntas condutoras, a refletir, a tirar suas próprias conclusões, a chegar a um consenso. Assim agindo, o professor não é um mero transmissor de informações, mas um docente que produz o conhecimento em sintonia com o educando, direcionando, induzindo o processo ensino e aprendizagem e estimulando a reflexão.

Dessa forma, os pesquisadores iniciaram o trabalho e, por intermédio de perguntas condutoras, ativaram os conhecimentos prévios dos alunos acerca de Agrotóxicos, buscando conceitos já socialmente produzidos sobre o tema tratado, informações que os educandos conheciam em menor ou maior grau. Essa ativação dos conhecimentos prévios é importante para uma aprendizagem de conteúdos conceituais, para ao longo das atividades propostas aprimorar os conceitos já existentes e dar a possibilidade aos alunos de se apropriarem do que está sendo ensinado e, assim, construam seus próprios conhecimentos (ZABALA, 1998).

O Educador Paulo Freire (1921-1997) afirma que “saber ensinar não é transmitir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. O professor não deve pôr em evidência a memorização dos conteúdos; esses conteúdos devem ser contextualizados. Na presente pesquisa, por exemplo, a metodologia aplicada teve como contextualização a temática agrotóxicos, assunto bem próximo à realidade dos educandos. Assim sendo, partimos da experiência de vida dos alunos e de seu conhecimento de mundo, da sua participação, levando-nos a crer que a motivação observada durante todo o trabalho está relacionada aos procedimentos descritos anteriormente.

Terminada essa etapa de perguntas e respostas, pela qual os educandos mostraram-se bastante motivados e interessados, uma vez que participaram ativamente, o pesquisador, por intermédio de PowerPoint, começou a explicar a metodologia e o assunto a ser tratado, qual seja: **“RP e Agrotóxicos”**.

Logo após essas explicações, iniciamos a exibição de alguns trechos pré-selecionados pelos pesquisadores de um vídeo intitulado “O Veneno está na Mesa I”. Durante a apresentação do vídeo, os estudantes mostram-se bastante interessados e atentos às informações trazidas pelo filme. O pesquisador fez algumas pausas no filme para realizar alguns comentários e explicações sobre o vídeo.

O vídeo “O Veneno está na Mesa I” é um documentário do cineasta Sílvio Tandler e mostra o relato de especialistas e agricultores acerca dos malefícios aos seres humanos, aos animais e ao meio ambiente da utilização abusiva de Agrotóxicos. O documentário é muito impactante, pois além de revelar as diversas enfermidades causadas por esses produtos químicos, também denuncia as atrocidades cometidas durante a Segunda Guerra Mundial e durante a Guerra do Vietnã com a utilização de produtos químicos. Comenta também sobre alternativas para uma agricultura mais saudável e sustentável, preservando a natureza, os agricultores e os consumidores.

Momento II e III: Em seguida, o pesquisador solicitou que os educandos se reunissem em 3 grupos de 7 componentes. Organizados os grupos, o professor entregou os problemas a serem resolvidos e o material de consulta para as resoluções. Eram três problemas, cada grupo recebeu

um problema a ser resolvido. Os pesquisadores leram com os alunos os problemas, explicando-os e sanando dúvidas que surgiram nos grupos.

Momento IV: Durante a resolução dos problemas, os pesquisadores caminharam entre os grupos e auxiliaram os educandos em algumas dúvidas que apareceram. Notamos um grande interesse pela atividade proposta, pois percebemos que realmente os educandos discutiram questões pertinentes aos problemas que receberam.

Os estudantes, embasados pelas discussões iniciais sobre Agrotóxicos, pelo vídeo apresentado e consulta nos materiais disponíveis, reagiram de forma positiva e motivada à resolução dos problemas. Discutiram entre si, trouxeram exemplos de sua realidade, divergiram em alguns momentos, mas acabaram chegando a consensos. O trabalho com a MRP no Ensino de Ciências permite desenvolver no educando um pensamento criativo, assim como a capacidade de aprender a aprender, tornando-se reflexivo e crítico.

Acreditamos que, no Ensino de Ciências, a MRP é uma perspectiva essencial para a ascensão da aprendizagem dos estudantes. Esse pensamento faz com que alguns pesquisadores confirmem à MRP um papel de “motor do ato de pensar” (FREIRE, SILVA JÚNIOR; SILVA, 2011; VASCONCELOS, et al., 2007). Estudiosos ponderam que a RP apresenta um aspecto primordial na atividade científica e, da mesma maneira, para a aprendizagem das Ciências se torna um processo intelectual decisivo (POZO; CRESPO, 1998; FRANÇA; MALHEIRO, 2017; KÜLL; ZANON, 2017).

Após a resolução dos problemas, os alunos dirigiram-se ao Laboratório de Informática para pesquisarem gravuras relacionadas ao problema que resolveram. O objetivo de encontrarem essas gravuras era confeccionar um cartaz que os auxiliaria na apresentação oral da resolução do problema. Durante a confecção dos cartazes, notou-se que as gravuras foram adequadas ao problema de cada grupo e houve um interesse muito grande, por parte dos grupos, de montar o cartaz de modo a facilitar a explicação de como o problema que lhes coube foi solucionado.

Salientamos que a utilização de diversificados recursos didáticos é uma importante ferramenta para auxiliar a aprendizagem. “Com a utilização de recursos didático-pedagógicos pensa-se em preencher as lacunas que o ensino tradicional geralmente deixa e, com isso, além de expor o conteúdo de uma forma diferenciada, fazer os alunos participantes do processo de aprendizagem” (CASTOLDI, 2006, p. 985). Assim sendo, a confecção de cartazes é uma maneira que os aprendizes, principalmente do EF, têm de afastarem-se da rotina diária que utiliza quadro, caderno e caneta, podendo usar a imaginação, a criatividade e, no caso da metodologia que utilizamos, orientarem-se para a sua apresentação oral com o objetivo de explicarem a resolução do problema que lhes coube.

Por intermédio da confecção de cartazes, observamos que houve uma interação entre os estudantes, ocorreu diálogo, troca de ideias, reflexão acerca do que estavam realizando e criticidade sobre o resultado dos cartazes que produziram sem a ajuda do professor, apenas com sua orientação em sala.

Momento V: Terminada a confecção dos cartazes, deu-se início à apresentação oral da resolução dos problemas. O grupo 1 foi à frente da sala e uma aluna leu o problema em voz alta. Com o auxílio do cartaz que confeccionaram, cada componente do grupo foi respondendo, de forma clara e adequada, às questões que lhes foram incumbidas. Conseguiram perceber que os Agrotóxicos podem causar graves problemas à saúde humana, e que para amenizar esse problema, recomenda-se: treinamento dos usuários desses produtos, utilização de equipamentos e vestuário adequado (máscaras, botas, luvas etc.), escolha criteriosa dos insumos, administração em dosagens corretas, cuidados com o armazenamento e descarte das embalagens e, principalmente, práticas de agricultura orgânica.

Entendemos que, do ponto de vista produtivo, os Agrotóxicos são utilizados para a manutenção e o aumento da produtividade agrícola. Através de seu uso, muitas perdas são evitadas, reduzindo grandemente as causadas por insetos, plantas daninhas e fungos. Entretanto, os alunos compreenderam e refletiram que inúmeros cuidados devem ser tomados na aplicação e no uso dessas substâncias químicas na agricultura para diminuir os impactos ambientais que elas podem causar. Essa reflexão sobre os cuidados que se deve ter com os Agrotóxicos e a consciência dos graves problemas de saúde que eles podem causar é fundamental para que esse ensinamento ambiental realmente se torne significativamente relevante para o aluno (TEIXEIRA, et al., 2007).

Da mesma maneira, o grupo 2 posicionou-se à frente, uma estudante leu o problema para que o restante da turma soubesse sobre o que se tratava e, a partir daí, iniciaram suas explicações. Compreenderam como essas substâncias químicas são extremamente perigosas para os seres vivos no geral, tanto para as pragas das lavouras como para os insetos úteis, como os que fazem a polinização, e os predadores que se alimentam dos organismos que atacam as plantações (o desaparecimento desses predadores torna necessário o uso de maiores quantidades de Agrotóxicos), dessa maneira, entendendo os reais perigos dos Agrotóxicos no meio ambiente.

Esse pensamento crítico e reflexivo dos estudantes é necessário em estudos ambientais, para que se tornem capazes de relacionar as práticas do homem e suas relações com a natureza. Isso vai ao encontro da abordagem ambiental crítica que defendemos: “Então, se a abordagem que defendemos para a educação ambiental preocupa-se, fundamentalmente, com os aspectos socioambientais das relações humanas, compreendendo-os de forma crítica, transformadora e emancipatória”, a investigação “em educação ambiental tal como a compreendemos tem como

principal objetivo produzir conhecimentos sobre processos educativos críticos com compromisso de transformação das relações sociais e ambientais na perspectiva da emancipação”. Dessa maneira, afirmamos que, “se a educação ambiental é a ambientalização da educação, defendida aqui como crítica, transformadora e emancipatória, a tarefa da pesquisa em educação ambiental é produzir conhecimentos para *esse* processo de ambientalização da educação *nessa* perspectiva” (TOZONI-REIS, 2008, p. 159).

O terceiro grupo procedeu da mesma maneira que os demais, lendo o problema que lhes coube e explicando, por intermédio do cartaz confeccionado pelo grupo, a solução dada ao problema de forma coerente e coesa. Comentaram que uma parcela da população está consciente em relação aos problemas ecológicos e muitos têm optado por produtos naturais. O PC interveio dizendo que, no entanto, esses alimentos apresentam preços mais elevados que os tradicionais, talvez pela falta de incentivo do governo, ou ainda uma cultura das pessoas que não conhecem os reais perigos dos Agrotóxicos. Dessa maneira, não procuram o alimento orgânico para consumo. Os estudantes falaram também sobre os benefícios ambientais, sociais e para a saúde propiciada pela agricultura orgânica.

Momento VI: Terminadas as apresentações, os pesquisadores realizaram uma discussão acerca do trabalho realizado durante toda a manhã. O PP perguntou aos estudantes se já haviam trabalhado com a MRP. Os alunos responderam que havia sido a primeira vez que trabalharam dessa maneira e com dois professores na sala. O PC comentou sobre as apresentações, ressaltando aspectos positivos e aspectos a serem melhorados, explicitando-os. Retomou a questão de se os Agrotóxicos são bons ou ruins. Os alunos afirmaram que são ruins. Indagou, dessa maneira, quais os motivos. Os estudantes afirmaram que os Agrotóxicos prejudicam a saúde das pessoas e do meio ambiente. Perguntou para quem os Agrotóxicos são bons. Um aluno respondeu que são bons para o governo, devido aos impostos cobrados.

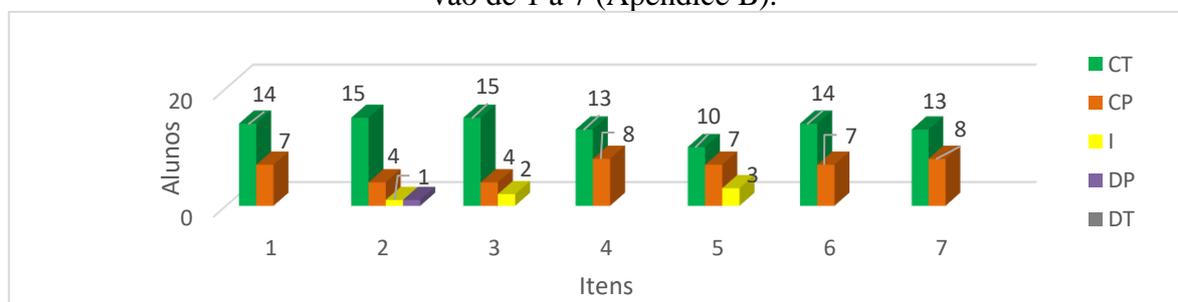
Pelas respostas dos alunos, as resoluções dos problemas propostos, apontamentos no diário de campo e análise do áudio da pesquisa, percebemos que, em muitos momentos, os estudantes foram capazes de vincular os processos de preservação do meio ambiente aos sociais na leitura de mundo, na forma de intervir na realidade e de existir na natureza. Isso converge com os pressupostos de Tozoni-Reis (2001) que explica que um dos objetivos da EA é de potencializar a atividade intencional da prática social, que imprime ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com o meio ambiente, tornando essa atividade humana mais plena de prática social e de ética ambiental. “Essa atividade exige sistematização por meio de metodologia que organize os processos de transmissão/apropriação crítica de conhecimentos, atitudes e valores políticos, sociais e históricos” (TOZONI-REIS, 2001, p. 42).

5.6 AVALIANDO A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As avaliações dos estudantes a respeito da proposta que foi apresentada foram colhidas através das perguntas um, dois e três do questionário aplicado após o término da sequência didática. Todos os vinte e um participantes da pesquisa responderam ao questionário.

Na questão um, foram apresentadas aos alunos algumas afirmativas que dizem respeito a habilidades, conceitos e capacidades que pretendíamos desenvolver ou aprimorar com a MRP. Na figura 7, mostramos o grau de concordância dos alunos com as afirmações apresentadas.

Figura 7. Grau de concordância dos alunos em relação às afirmações apresentadas nos itens que vão de 1 a 7 (Apêndice B).



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

A análise da Figura 7 permite afirmar que nos itens 1, 2, 3, 4 e 5, que dizem respeito ao desenvolvimento das habilidades de investigação, raciocínio, análise e classificação, respectivamente, a maioria dos alunos registrou respostas favoráveis à contribuição da MRP para o seu aprimoramento. Lipman (1995) reconhece que esses quatro grupos de habilidades se tornam relevantes para os objetivos educacionais, sugerindo que os alunos podem fortalecê-las e aperfeiçoá-las pelo meio de atividades propostas pelos educadores em sala de aula. Observamos que apenas uma resposta foi desfavorável à contribuição da metodologia, ou seja, o resultado geral aponta para a efetividade da proposta de ensino no desenvolvimento das referidas habilidades, na opinião dos alunos. No item 6, todos os vinte e um alunos concordaram com a contribuição da metodologia para o desenvolvimento da capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real. E no item sete, que diz respeito às impressões dos estudantes sobre a contribuição da metodologia para a aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza, todas as respostas foram favoráveis à sua aplicação. Acreditamos que os resultados refletem o envolvimento e a participação dos alunos durante a atividade que foi proposta, e o trabalho que foi realizado em grupo contribuiu para a formação dos alunos.

A pergunta número dois do nosso questionário final solicitava que os estudantes relatassem outras habilidades e conhecimentos que eles acreditam ter desenvolvido com a MRP. Analisando

as repostas dos alunos, percebemos que nove participantes da pesquisa acreditam ter desenvolvido a habilidade de trabalharem em grupo, respeitando ideias e opiniões de cada componente, para que a equipe chegasse a um consenso: *“Desenvolvi minha habilidade em trabalhar em grupo...”*; *“Ser mais compreensível com opiniões diversas, assim chegar a um consenso”*; *“Eu desenvolvi a maneira de trabalhar em grupo porque meu grupo soube trabalhar em equipe e apresentar em equipe”*.

Ainda analisando as respostas da questão dois, dez estudantes escreveram sobre os conhecimentos desenvolvidos relacionados a Agrotóxicos e ingestão de alimentos mais saudáveis sem o uso dessas substâncias químicas: *“Adquiri, juntamente com meu grupo, grande conhecimento sobre Agrotóxicos, e também sobre como nos prevenir sobre essas coisas”*; *“Fiquei sabendo muitas coisas sobre as frutas que não fazia a mínima ideia, por exemplo, os agrotóxicos que tem nas frutas que causam doenças”*; *“Nesta aula de Português e Ciências eu adquiri conhecimento sobre os alimentos com Agrotóxicos, que devemos lavar bem e tirar a casca”*. A questão número três do questionário aplicado no final da proposta era a seguinte: Você gostou de trabalhar com a metodologia da Resolução de Problema? Por quê? Ao analisarmos as repostas dos alunos verificamos que todos os vinte e um participantes responderam que sim, que gostaram de trabalhar com a MRP: *“Sim, porque me trouxe muito conhecimento, muitas coisas não sabia e hoje aprendi”*; *“Sim, porque nela aprendi um conteúdo que não sabia e exercitei minha mente nas atividades”*; *“Sim, porque me trouxe conhecimento de coisas que eu não sabia”*.

Averiguando a mesma pergunta, um dos alunos expôs sua resposta explicando como a MRP pode ajudar os alunos a criar ferramentas para construir seu próprio conhecimento: *“Sim, porque isso abriu a possibilidade de entender como o agrotóxico pode prejudicar a vida de um ser vivo”*.

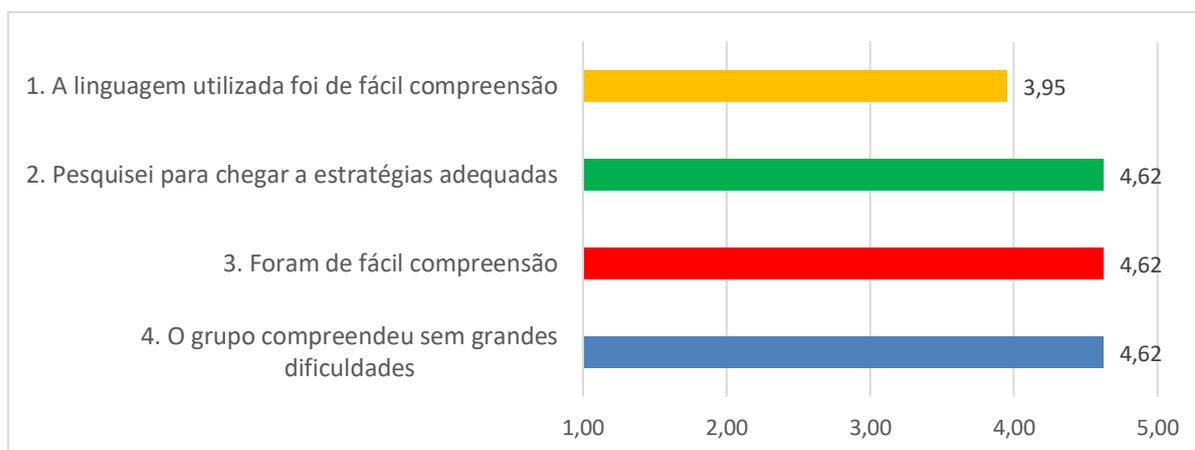
Ainda analisando a indagação número três, sete estudantes usaram termos como “diferente”, “novo”, “sair da rotina”, “criativa”, sobre a metodologia da RP, demonstrando a pouca difusão dessa proposta pedagógica no espaço escolar: *“Sim gostei porque foi uma atividade diferente que eu gostaria de fazer mais vezes e meu grupo soube trabalhar em equipe”*; *“Sim, porque foi algo diferenciado dos trabalhos anteriores e do um ponto de vista diferente”*; *“Sim porque foi uma aula diferente das outras, com outros tipos de conteúdo, por isso eu gostei, consegui ter mais conhecimento”*.

A questão quatro do questionário estava relacionada com a autoavaliação quanto ao método proposto, a MRP. Essa questão solicitava o grau de concordância dos alunos, usando a seguinte escala: 1 = DT Discordo totalmente; 2 = DP Discordo parcialmente; 3 = I Indeciso; 4 = CP Concordo parcialmente; 5 = C Concordo. O cálculo do valor de concordância foi determinado

através do somatório do número de vezes em que a opção foi marcada, multiplicado pela pontuação atribuída a ela, e dividido pelo número total de respondentes.

Analisando o Gráfico 4, observamos que a maioria dos alunos concordou que os problemas foram de fácil compreensão, com uma linguagem acessível, no entanto, foi necessária a realização de pesquisas para a resolução dos problemas e para chegarem a estratégias adequadas. A análise também demonstra que os estudantes não tiveram grandes dificuldades em compreender os problemas propostos sobre Agrotóxicos.

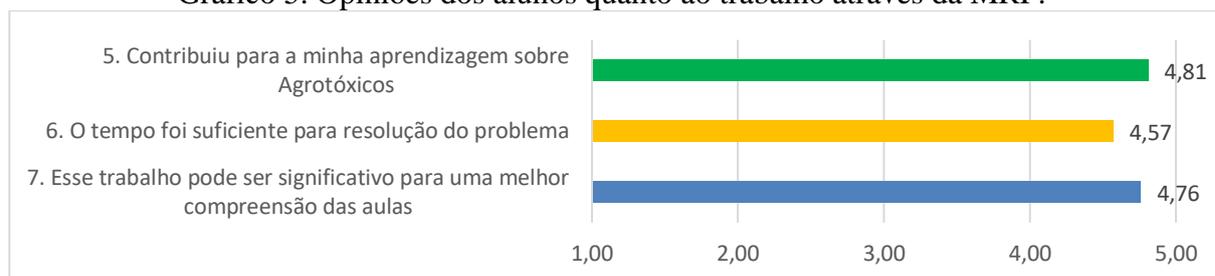
Gráfico 4. Opiniões dos alunos sobre os problemas proposto.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

O Gráfico 5 apresenta o grau de concordância dos alunos quanto ao trabalho por meio da MRP. Conforme pode ser visualizado nesse gráfico, os alunos concordaram que o trabalho contribuiu para a aprendizagem dos mesmos sobre a temática ambiental Agrotóxicos. Consideraram ainda que o tempo foi suficiente para a resolução dos problemas e que a metodologia utilizada nesta pesquisa contribuiu para a aprendizagem, podendo ser significativo para uma melhor compreensão dos alunos.

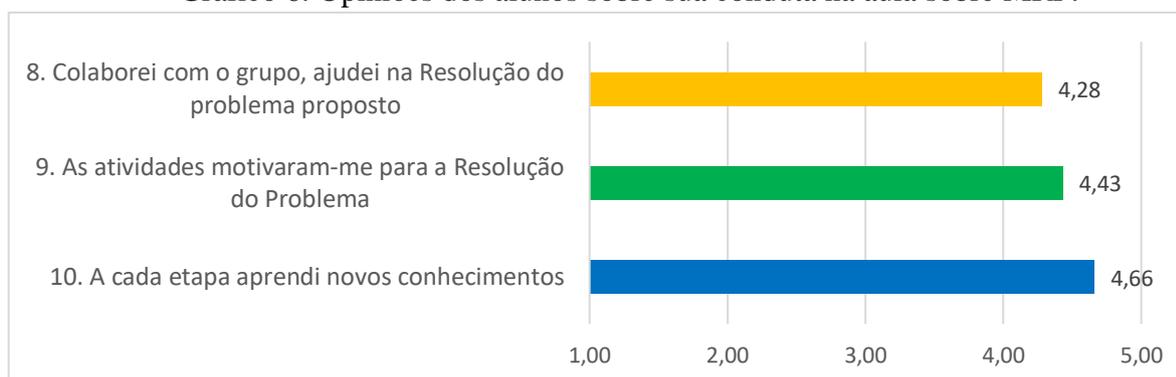
Gráfico 5. Opiniões dos alunos quanto ao trabalho através da MRP.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

Em relação à autoavaliação dos estudantes, o Gráfico 6 mostra que estes colaboraram com os demais colegas de grupo, ajudando de forma ativa na resolução do problema proposto, e se sentiram motivados para solucionar a atividade sugerida. Além disso, consideraram que aprenderam novos conhecimentos durante as etapas da metodologia da RP.

Gráfico 6. Opiniões dos alunos sobre sua conduta na aula sobre MRP.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

Os diagnósticos dos gráficos permitem afirmar que nos itens apresentados, praticamente todos os alunos registraram respostas favoráveis à contribuição da MRP para o seu aprimoramento sobre a temática ambiental Agrotóxicos e perceberam as contribuições da metodologia para um melhor entendimento dos conceitos trabalhados nas aulas.

5.7 CONCLUSÕES

Com este trabalho, tivemos a finalidade de investigar as formas de contribuição de uma sequência didática implementada, utilizando a MRP tendo em vista o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais relacionados com os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar, conscientizando os estudantes do EF a respeito dessa problemática ambiental.

Ao almejarmos uma sociedade na qual tenhamos cidadãos críticos e reflexivos e que, dessa forma, possam interferir no desenvolvimento consciente e justo da humanidade, com o intuito de buscar uma melhoria da qualidade de vida, acreditamos não ser suficiente uma escola que apresente conhecimentos “prontos” e descontextualizados da vida de seus educandos. Faz-se necessário que os estudantes aprendam a aprender, adquirindo novos conhecimentos e habilidades, pensando, raciocinando, refletindo e sendo críticos em relação ao objeto de estudo. Assim sendo, acreditamos que a MRP é uma metodologia que apresenta considerável potencial para atingir esses objetivos.

No que tange, em nosso trabalho, à MRP estar contextualizada à temática agrotóxicos, isso se deve ao fato de o Brasil ser o maior consumidor mundial dessas substâncias químicas e de ressaltarmos a importância da Educação Ambiental no âmbito escolar como uma ferramenta de conscientização, reflexão e crítica (TOZONI-REIS, 2001) com o intuito de que exista uma mudança de comportamento, tendo em vista o desenvolvimento sustentável e a preservação do meio ambiente.

Além disso, observamos as principais tipologias de aprendizagem de Zabala (1998). Dessa forma, tendo em vista a aprendizagem conceitual, essa foi favorecida por intermédio do trato reflexivo de conteúdos específicos de ensino em situações problematizadoras, desafiadoras para o grupo. Assim sendo, a elaboração de conceitos possibilita ao aprendiz vivenciar o conhecimento, elaborar generalizações, analisar regularidades, ressignificando e associando esse conteúdo a uma perspectiva científica, criativa, produtiva. Já a aprendizagem procedimental, efetivou-se numa concepção educacional dialógica, participativa, compartilhada com a finalidade de aumentar a capacidade reflexiva do educando sobre a realidade que o cerca, manifestando um saber fazer que abarca tomada de decisões e realização de uma cadeia de ações. No que se refere à aprendizagem atitudinal, ela se encontra no dia a dia do ambiente escolar, abrangendo valores, atitudes, normas, posturas que intervêm nas relações e interações da comunidade escolar em uma visão educacional responsável, valorativa.

Pelo exposto acima e pelas análises realizadas, percebemos que os resultados de nossa pesquisa revelaram que a sequência didática implementada possibilitou aos educandos aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais, haja vista todas as suas ações desde o início até o final de nosso trabalho. Assim sendo, temos a convicção de que, durante a nossa investigação, os sujeitos da pesquisa favoreceram-se com a MRP, já que o relatório escrito com a resolução dos problemas, a confecção dos cartazes, a apresentação oral concretizada pelos grupos e o fechamento da atividade feito pelos pesquisadores corroboraram o entendimento e a construção

do conhecimento por parte dos aprendizes que, reflexiva e criticamente, compreenderam que os Agrotóxicos são um perigo ao meio ambiente e, conseqüentemente à saúde dos seres vivos.

5.8 REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. **Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2., Ponta Grossa, 2009. **Anais...** p. 684-692.

FARIAS, R. F. **Química, Ensino e Cidadania**: pequeno manual para professores e estudantes de prática de ensino. São Paulo: Edições Inteligentes, 2005.

FINCO-MAIDAME, G.; MESQUITA, M. J. M. Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Fundamental II: reflexões sob uma perspectiva geocientífica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2017.

FRANÇA, J. L. S.; MALHEIRO, J.M.S. Ensinando densidade por problemas e experimentos: será que afunda ou não afunda? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2017.

FREIRE, M. S.; SILVA JÚNIOR, G. A.; SILVA, M. G. L. Panorama sobre o tema resolução de problemas e suas aplicações no ensino de química. **Acta Scientiae**, v.13, n. 1, p. 106-120, 2011.

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

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

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYTARGUES, P.P. (Org). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 25-35.

KÜLL, C. R.; ZANON, D. A. P. V. Problematizar situações de ensino e desenvolver habilidades cognitivas: estudo do congelamento superficial da água de lagos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2017.

LIPMAN, M. *O Pensar na Educação*. Petrópolis: Vozes, 1995.

LOUREIRO, C. F. B. Teoria Crítica. In: **Encontros e Caminhos**: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 323-332.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação**: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MORTIMER, E. F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 36-59, 2002.

POMBO, O. A interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. In: POMBO, O.; LEVY, T.; GUIMARÃES, H. (Org). **A interdisciplinaridade**: reflexão e experiência. Lisboa: Texto, 1994.

- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. C. A Solução de Problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas na Educação de Jovens e Adultos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2017.
- RIBEIRO, D. C. A., PASSOS, C. G., SALGADO, T. D. M. Método de resolução de problemas no ensino médio: uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 3, n. 2, p. 643-664, 2018.
- RIBEIRO, D. C. A., PASSOS, C. G., SALGADO, T. D. M. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã**. 2 ed. São Paulo: AJS. 2013.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- TEIXEIRA, L.A. et al. Referenciais teóricos da pesquisa em educação ambiental em trabalhos acadêmicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: Abrapec, 2007.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Environmental education: theoretical references in higher education. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 5, n. 9, p. 33-50, 2001.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: LOUREIRO, C. F. B. **A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação**. Rio de Janeiro: Quartet, 2007, p. 177-221.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, 155-169, 2008.
- VASCONCELOS, C., et al. Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998, 224 p.

Capítulo 6

METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR ABORDANDO O TEMA AGROTÓXICOS



Metodologia de resolução de problemas no ensino médio: Uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos³²

Problem-solving methodology in high school: An interdisciplinary proposal addressing pesticides theme

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro³³

Camila Greff Passos³⁴

Tania Denise Miskinis Salgado³⁵

Resumo: Este artigo apresenta a análise de um experimento no qual se utilizou a metodologia de Resolução de Problemas (RP) no Ensino Médio. A pesquisa visa à averiguação das formas de contribuição da sequência didática efetuada para a aprendizagem de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais pertinentes às questões ambientais que os Agrotóxicos podem ocasionar. A investigação teve como sujeitos 35 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Com o intuito de coletarmos os dados, foram utilizados o Diário de Campo dos pesquisadores, a produção escrita dos estudantes e a gravação do áudio da aula em que os educandos experienciaram a RP. A experiência realizada propiciou o incremento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relativos aos conhecimentos científicos abordados e aos problemas ambientais pertinentes aos Agrotóxicos.

Palavras-chave: Resolução de Problemas; Ensino Médio; Educação Ambiental; Agrotóxicos.

Abstract: This article presents the analysis of an experiment with the Problem-Solving methodology (PSM) in High School. The research aims to investigate the contribution of the teaching-learning sequence towards the learning of conceptual, procedural and attitudinal contents pertinent to the environmental issues that Pesticides can cause. The investigation had as subjects 35 students of the 3rd year of high school in a state-run public school in the city of Porto Alegre/RS. In order to collect the data, we used researchers' Field Diary, students' written production and the audio recording of the class in which the students experienced PSM. The experiment facilitated the development of conceptual, procedural and attitudinal contents pertinent to environmental problems related to Pesticides as well as the scientific concepts introduced.

Keywords: Problem Solving; High School; Environmental Education; Pesticides.

³² RIBEIRO, D. C. A., PASSOS, C. G., SALGADO, T. D. M. Método de resolução de problemas no ensino médio: uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 3, n. 2, p. 643-664, 2018.

³³ Doutorando em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialista em Educação Ambiental (Senac), graduado em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³⁴ Doutora em Educação Química e mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e licenciada em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Educação Química.

³⁵ Doutora em Ciências com Área de Concentração Física Experimental, Mestre em Engenharia de Materiais e Bacharel em Química, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

6.1 INTRODUÇÃO

O presente artigo faz parte de uma investigação em andamento para compor uma tese de Doutorado, cujo principal objetivo é analisar as formas de contribuição de uma sequência pedagógica implementada utilizando a metodologia da Resolução de Problemas (RP), para o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os impactos ambientais que os Agrotóxicos podem causar, a partir de uma perspectiva interdisciplinar, com alunos de diferentes etapas e modalidades da Educação Básica (RIBEIRO *et al.*, 2017a; RIBEIRO *et al.*, 2017b, RIBEIRO *et al.*, 2018a; RIBEIRO *et al.*, 2018b). Para tanto, fundamentamos o estudo nas contribuições teóricas sobre os processos de aprendizagem propostas por Zabala (1998), nas concepções de interdisciplinaridade de Pombo (1994), assim como na perspectiva crítica de educação ambiental em Paulo Freire. Esses trabalhos científicos aplicados possuem os mesmos objetivos, entretanto, com discussões e enfoques teóricos diferentes, de acordo com cada etapa de desenvolvimento dos sujeitos da pesquisa. Neste estudo, apresentaremos a análise de uma experiência de utilização da metodologia de RP no Ensino Médio, contextualizando a temática agrotóxicos. Nosso principal tópico de discussão neste trabalho será a concepção sobre os processos de aprendizagem (ZABALA, 1998).

Antoni Zabala, autor de referência internacional na educação, examina a correlação existente entre a proposta metodológica e as concepções de ensino que os docentes trazem consigo e expõe acerca dos processos de aprendizagem dos educandos (ZABALA, 1998). Para o autor, aprender não é apenas copiar ou reproduzir a realidade. Significa integrar conhecimentos já existentes aos novos, modificando-os e estabelecendo relação entre tais.

Sobre o ensino de Química, sabemos que os conteúdos desenvolvidos nas escolas são, em grande parte, abstratos e de complexa compreensão. O professor tem o conhecimento químico, mas em geral não consegue desenvolver os conceitos de maneira que os educandos consigam entendê-los. A forma como os conteúdos são passados aos alunos influencia de maneira direta no processo de falta de motivação do educando, uma vez que a quantidade excessiva de conteúdos, na maioria das vezes ensinados de forma confusa e superficial, contribui com os fatores que desmotivam o estudo de Química (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Orientações Curriculares Nacionais (OCN), um dos objetivos do ensino de Química é desenvolver estratégias centradas na RP, visando à aprendizagem de conceitos químicos articulados com a realidade natural, social e cultural e como forma de aproximar os alunos de atividades de investigação científica no contexto escolar (BRASIL, 2002, 2006).

Segundo Echeverría e Pozo (1998), uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que exista um reconhecimento dela como tal, e na medida em que não disponhamos de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-la de forma mais ou menos imediata sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos, diferenciando assim um problema de um exercício. “Um problema é, de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas”. (ECHEVERRÍA; POZO, 1998, p. 16). Para esses autores, o principal objetivo da aprendizagem da solução de problemas é fazer com que o educando adquira o hábito de propor-se problemas e de resolvê-los como forma de aprender.

Nesse contexto, o método de RP leva os educandos a serem capazes de encarar situações do dia a dia, avaliando-as por intermédio dos modelos conceituais e também dos próprios procedimentos da Ciência. Trabalhos no campo da Química têm aventado situações de ensino por meio da metodologia de RP como procedimento para instigar o aprendizado nessa disciplina (GÓI; SANTOS, 2005; NERY, LIEGEL; FERNANDEZ, 2006).

Em estudos sobre o comprometimento que deve ter a educação escolar com a formação dos estudantes, Lipman (1995) destaca a impossibilidade de se acreditar que os estudantes poderão aprender a pensar melhor por meio de um processo educacional que pouco os estimula a pensar. O autor ressalta, ainda, que muitos docentes se negam a reformular seus planos de aula, pois segundo tais professores seria esse um esforço em vão quando se visa aprimorar as habilidades que os educandos já deveriam ter trazido para a sala de aula (LIPMAN, 1995).

Sabemos que a interdisciplinaridade é uma orientação que ganhou força com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) Nº 9.394/96. Desde então, muito se tem discutido sobre essa prática nas orientações curriculares e nas ações de docentes. Segundo os PCNEM, a interdisciplinaridade é, assim, entendida como abordagem teórico-metodológica com ênfase no trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento (BRASIL, 1999).

De forma convergente, Pombo (1994) aponta que a interdisciplinaridade pode ser compreendida como uma proposição de convergência entre duas ou mais disciplinas com o objetivo de estudo de determinado conhecimento, a partir da combinação de pontos de vista diferentes, mas com o foco na elaboração de uma síntese do referido objeto de estudo. Assim, "a interdisciplinaridade implica, então, alguma reorganização do processo de ensino/aprendizagem e supõe um trabalho continuado de cooperação dos professores envolvidos" (POMBO, 1994, p.13).

Nessa linha de pensamento, realizamos uma atividade entre Língua Portuguesa e Química com uma perspectiva interdisciplinar (POMBO, 1994), com o objetivo de aplicar a metodologia de RP e de contextualizar nosso trabalho com a temática ambiental Agrotóxicos. Nesse contexto,

o objetivo deste estudo é avaliar as formas de contribuição da sequência pedagógica aplicada para o desenvolvimento das principais tipologias de aprendizagem (ZABALA, 1998) relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar.

6.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Relacionado com o principal objetivo do nosso estudo, Zabala (1998), inspirado na tipologia de César Coll Salvador, descreve tipos de conteúdo de aprendizagens: conceituais, procedimentais e atitudinais.

6.2.1 A aprendizagem dos conteúdos conceituais

Zabala (1998) assevera que os conceitos são termos abstratos. Para o estudioso, os conceitos dizem respeito ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que possuem características comuns, e os princípios estão relacionados às alterações que se produzem num fato, objeto ou situação em referência a outros fatos, objetos ou situações e que comumente especificam relações de causa-efeito ou de correlação. São exemplos de conceitos, conforme o estudioso: mamífero, densidade, impressionismo, nepotismo, etc.

Zabala (1998) assegura que não se pode afirmar que se aprendeu um conceito se não se compreendeu o significado. Para ele, saberemos que faz parte do conhecimento do aluno não apenas quando este é capaz de reproduzir sua definição, mas quando sabe usá-lo para a interpretação, compreensão ou apresentação de um fenômeno ou situação; quando é capaz de situar os fatos, objetos ou situações concretas naquele conceito que os contêm. O escritor revela que a aprendizagem de conceitos deve ser a mais significativa possível, promovendo um verdadeiro processo de elaboração e construção pessoal do conceito.

6.2.2 A aprendizagem dos conteúdos procedimentais

No que tange à aprendizagem dos conteúdos procedimentais, Zabala (1998) garante que “um conteúdo procedimental – que inclui entre outras coisas as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias, os procedimentos - é um conjunto de ações ordenadas e com um fim”, ou seja, “dirigidas para a realização de um objetivo. São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espetar, etc.” (1998, p. 43)

De modo geral, segundo o estudioso, os conteúdos procedimentais são aprendidos por intermédio de modelos especializados. Para ele, a concretização de atividades que constituem o

procedimento ou a estratégia é o ponto de partida. Tendo em vista essa compreensão, Zabala (1998) afirma que se aprende a realizar uma ação realizando-a, e que é necessário executá-la tantas vezes quantas forem precisas até ser capaz de refletir acerca do modo de realizá-la e sobre quais as condições ideais de sua utilização em contextos diferenciados.

6.2.3 A aprendizagem dos conteúdos atitudinais

No que diz respeito à aprendizagem dos conteúdos atitudinais, Zabala (1998) declara que a expressão conteúdos atitudinais compreende uma variedade de conteúdos que, por seu turno, podem-se agrupar em valores, atitudes e normas.

Assim sendo, valores são os princípios ou as ideias éticas que possibilitam as pessoas enunciar um juízo acerca das condutas e seu sentido, dando como exemplos: a solidariedade, o respeito aos outros, a responsabilidade etc. O autor considera que se adquiriu um valor quando este foi interiorizado e foram concebidos critérios para posicionar-se em relação ao que se deve julgar positivo ou negativo, preceitos morais que conduzem o desempenho e a avaliação de si mesmo e dos outros. Esse valor que terá um maior ou menor suporte reflexivo, mas cuja peça-chave é o elemento cognitivo. Atitudes são tendências ou predisposições parcialmente estáveis dos indivíduos com o intuito de atuar de certo modo. São a maneira como cada pessoa realiza seu comportamento, consoante valores definidos. Dessa maneira, o escritor dá exemplos como: cooperar com o grupo, auxiliar os colegas, respeitar o meio ambiente, envolver-se com as tarefas escolares etc. Para Zabala (1998), “Aprendeu-se uma atitude quando a pessoa pensa, sente e opera de uma forma mais ou menos constante frente ao objeto concreto a quem dirige essa atitude” (p. 47). Normas são modelos ou regras de comportamento que precisamos seguir em certas situações que obrigam a todos os componentes de um grupo social. Alguns exemplos citados pelo autor: normas de trânsito, padrões sociais de comportamento etc.

De uma maneira geral, em consonância com o que declara o autor, a aprendizagem dos conteúdos atitudinais pressupõe um conhecimento e uma reflexão acerca dos possíveis padrões, uma apreciação e uma avaliação das regras, uma apropriação e criação do conteúdo, que visa à apreciação dos elementos positivos e negativos, um posicionamento, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação.

6.3 METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente artigo caracteriza-se por ter um caráter qualitativo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986), já que este tipo de pesquisa costuma ser direcionada, ao longo de seu desenvolvimento. Além

disso, não procura enumerar ou mensurar eventos e, geralmente, não se utiliza de instrumental estatístico para análise dos dados. O foco de interesse deste tipo de pesquisa é amplo e parte de uma perspectiva diferenciada da adotada pelos métodos quantitativos. Dela faz parte a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo. Nas pesquisas qualitativas, é frequente que o pesquisador procure entender os fenômenos, segundo a perspectiva dos participantes da situação estudada e, a partir de então, estabeleça sua interpretação dos fenômenos estudados. Apesar de termos dados numéricos, a análise está centrada nos significados dos resultados e não nos valores numéricos em si.

Dentre as modalidades que a pesquisa qualitativa nos oferece, utilizamos o Estudo de Caso (YIN, 2001). O Estudo de Caso contribui para compreendermos melhor os fenômenos individuais, os processos organizacionais e políticos da sociedade. É uma ferramenta utilizada para entendermos a forma e os motivos que levaram a determinada decisão. Conforme Yin (2001), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados.

O Estudo de Caso descrito neste trabalho foi desenvolvido com 35 alunos do 3º ano do Ensino Médio, turno diurno, de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS, sendo os pesquisadores professores dos sujeitos deste trabalho. Todos os participantes ou responsáveis assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os dados foram coletados por meio de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998) dos pesquisadores, das produções escritas produzidas pelos educandos, da aplicação de questionário e da gravação do áudio da aula, para posterior análise de conteúdos. Essa metodologia se caracteriza como um dos procedimentos clássicos para interpretar materiais textuais. Segundo Bardin (2010), a Análise de Conteúdo é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, além de possibilitar “a interferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), interferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (p. 40).

6.4 METODOLOGIA PEDAGÓGICA

Nesta pesquisa, tendo alunos do Ensino Médio regular como sujeitos do trabalho aplicado, realizamos a análise de um experimento da utilização da metodologia de RP. Para isso, contextualizamos a temática agrotóxicos, sua descrição, uso e diversas possibilidades para essas substâncias químicas. Os educandos experienciaram a metodologia da RP na sala de vídeo de seu estabelecimento de ensino. Com o intuito de todos participarem da totalidade dos estágios do estudo, a experiência ocorreu em um único encontro de seis períodos contínuos. Para o bom andamento da investigação, empregamos uma sequência didática que abrangeu seis momentos, como demonstramos no Quadro 19.

Quadro 19. Sequência didática.

Momentos	Atividades
I.	Introdução dos alunos ao tema, por intermédio de um vídeo de motivação (“O Veneno está na mesa 1” disponível em https://www.youtube.com/watch?v=fnyZwI7022I) e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos;
II	Organização das equipes de trabalho em cinco grupos de seis pessoas e um grupo de cinco pessoas, seguida da leitura e análise dos problemas, que foram apresentados no decorrer da discussão do presente trabalho;
III.	Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta, que incluíram o livro didático das Ciências da Natureza e Matemática da Educação de Jovens e Adultos (SCRIVANO, et al., 2013) e os três volumes do livro didático de Química (SANTOS; MÓL, 2013), adotados pela escola pelo Programa Nacional do Livro Didático.
IV	Elaboração das apresentações com as resoluções;
V.	Plenária de apresentação das resoluções;
VI.	Debate coletivo, no qual os professores formadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em consonância com Pozo e Crespo (1998), os problemas propostos podem ser categorizados como escolares, os quais possuem como meta desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes adequadas à ciência as quais viabilizam a compreensão dos fatos cotidianos; semiabertos, já que os enunciados exibem parcialmente os meios indispensáveis para a sua resolução; qualitativos, uma vez que os educandos podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem precisar de cálculos ou raciocínio matemático; e teórico-práticos, pois admitem métodos experimentais e raciocínios teóricos para solucioná-los. No que diz respeito aos problemas

semiabertos e qualitativos, enfatizamos que eles viabilizam que os próprios alunos agreguem ideias e estratégias com as quais a tarefa possa ser definida e solucionada.

Assim sendo, os três problemas criados pelos pesquisadores, versam acerca da temática Agrotóxicos para que pudéssemos aprofundar o estudo dos conteúdos envolvidos nessa questão.

O Problema 1 *“Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. A Química entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema, os chamados Agrotóxicos. Você é professor de Química de uma zona rural de Porto Alegre e descobriu que alguns dos seus alunos são agricultores e não utilizam roupas de proteção apropriadas na aplicação de Agrotóxicos nas lavouras. Você dará aula para esses estudantes e outros que também precisam saber sobre os cuidados que devem ter com os Agrotóxicos. Faça uma pesquisa a respeito da definição de Agrotóxicos e a finalidade para a qual são utilizados na agricultura. Dê exemplo de um defensivo agrícola, seu nome, estrutura química e os problemas de saúde e danos ao organismo humano que esse Agrotóxico e outros podem causar. O que os agricultores podem fazer para amenizar os riscos à saúde no momento da aplicação de Agrotóxicos?”* parte da descrição da maneira pela qual os Agrotóxicos relacionam-se ao ensino de Química e visava, em sua elucidação, que os educandos compreendessem que essas substâncias químicas provocam sérias consequências à saúde humana. Ademais, outra finalidade era expor que a utilização de vestimentas adequadas, tais como: máscaras, botas, luvas etc., quando são empregados Agrotóxicos ainda não faz parte do hábito de grande parte dos agricultores brasileiros.

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

dessas substâncias químicas. Tendo em vista a questão proposta, era nossa esperança que os educandos tivessem a compreensão de que a análise das condições meteorológicas é primordial na pulverização de Agrotóxicos na lavoura. Isso se deve ao fato de a utilização de Agrotóxicos exigir voos de baixa altura, os quais possuem elevada possibilidade de queda das aeronaves em condições de chuva e fortes ventos. Outro motivo preocupante é que o Agrotóxico, além de lixiviar, tem a probabilidade de atingir áreas adjacentes, conforme a direção do vento, contagiando o meio ambiente. No que tange às opções com o intuito da substituição de Agrotóxicos, era nossa intenção que os estudantes entendessem que há diversas alternativas e que todas as escolhas apresentam vantagens e desvantagens.

O Problema 3 *“O desenvolvimento tecnológico contribui de forma significativa para o aumento da produtividade agrícola, elevando a quantidade de alimentos produzida por área cultivada. Esse aumento de produtividade possibilitou uma maior disponibilidade de alimentos para a população. No entanto, a exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição de áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além do que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante disso, a agricultura orgânica tem aumentado muito no Brasil e tem tido um mercado promissor. O alimento orgânico é originário do reino vegetal e cultivado sob circunstâncias específicas sem uso de Agrotóxicos, pesticidas, hormônios e outros. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. Dê um exemplo de controle natural de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os Agrotóxicos.”* aborda questões ambientais que a exploração agrícola pode acarretar. Assim sendo, nesse ambiente a nossa solicitação foi que os educandos pesquisassem acerca da agricultura orgânica com o intuito de que os mesmos compreendessem que a produção com a utilização de Agrotóxicos pode levar ao comprometimento da saúde e do ambiente, mesmo que haja elevação da produtividade agrícola. Todavia, a agricultura orgânica objetiva aprimorar a qualidade dos alimentos sem a contaminação dos produtores e consumidores, considerando e conservando o ambiente. Ademais, a questão proposta propunha-se a expor aos estudantes que existem diferentes alternativas para o controle de insetos sendo desenvolvidas, tais como: utilização de predadores naturais, método intitulado controle biológico, esterilização por radiação nuclear, rodízio de culturas, desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética e controle químico com o uso de feromônios.

Após o término da sequência didática, para o fechamento das atividades, aplicamos um questionário, com o objetivo de avaliarmos a contribuição da metodologia de RP no entendimento e compreensão dos conteúdos pelos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades de

análise, de raciocínio, de organizações e informação, de classificação, de investigação, de tomada de decisão, como apontamos no referencial teórico. Como o desenvolvimento da atividade aconteceu em um encontro contínuo, os trinta e cinco alunos responderam ao questionário.

6.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.5.1 Da motivação às hipóteses

Com o intuito de introduzir a atividade proposta e motivar os educandos para a temática Agrotóxicos relacionada à metodologia de RP, o pesquisador Q (professor de Química) questionou os educandos sobre o que são Agrotóxicos. Consoante às anotações do Diário de Campo, percebemos que a participação do grupo discente foi bastante expressiva. Um aluno respondeu que Agrotóxicos são venenos. Dessa forma, o pesquisador Q questionou para quem os Agrotóxicos são um veneno. O mesmo aluno disse que os Agrotóxicos são venenos para as pessoas. Outra aluna afirmou que são venenos também para as plantas. Um terceiro aluno assegurou que os Agrotóxicos são uma espécie de inseticida usados na agricultura para livrar as plantações de pragas que possam vir a prejudicar essas plantações. Outra estudante asseverou que Agrotóxicos são produtos que usamos para combater insetos, doenças ou plantas daninhas que causam danos às plantações. Dando continuidade às perguntas, o docente interrogou a turma sobre se os Agrotóxicos são bons para os seres humanos e para o meio ambiente. Uma educanda declarou que os Agrotóxicos não são bons para os seres humanos, pois podem causar danos à saúde e nem para o meio ambiente, uma vez que podem causar a poluição do solo e das águas. Seguindo as arguições, um aluno expôs que os Agrotóxicos podem causar tumores e, conseqüentemente, o surgimento de câncer quando utilizados acima dos limites permitidos ou quando se empregam Agrotóxicos proibidos, causando má-formação de bebês e alterações hormonais. Também não são bons para o meio ambiente, já que poluem o solo e as nascentes de rios. Devido ao interesse da turma, o pesquisador Q lançou um outro questionamento, indagando-os sobre se as plantas são mais saudáveis com ou sem Agrotóxicos e por quê. Uma aluna afirmou que com Agrotóxicos as plantas não seriam atacadas por pragas, mas seriam mais saudáveis sem essas substâncias, porque não teriam nenhuma interferência de produtos químicos. Um outro estudante asseverou que as plantas seriam mais saudáveis sem Agrotóxicos, mas se houvesse um tipo de produto que não fizesse mal aos seres humanos, ao meio ambiente e às plantas esse produto seria bem-vindo. Aproveitando a afirmação desse último aluno, o pesquisador Q, por intermédio de perguntas condutoras, fez com que os alunos chegassem à conclusão de que os Agrotóxicos são prejudiciais à saúde humana, danosos

ao meio ambiente: ao solo, aos rios e aos animais e explicou-lhes a respeito da agricultura orgânica e seus benefícios. Uma aluna chegou à conclusão, por intermédio das explanações do pesquisador Q, de que a agricultura orgânica é mais cara. O docente esclareceu que ela pode ser mais barata se houver incentivo do governo. Outra aluna deu sua contribuição à discussão, afirmando que sua sogra possui uma horta em seu quintal e não utiliza nenhum tipo de Agrotóxico, o máximo que ela usa é sal para afugentar algumas pragas. Um aluno garantiu que é mais fácil e barato largar Agrotóxicos sobre as plantas. Uma vez mais, o pesquisador Q ressaltou que o governo incentiva a agricultura com Agrotóxicos e que a agricultura orgânica não possui incentivo do governo, por isso é mais cara.

Vale destacar que os Agrotóxicos podem ser definidos como produtos designados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas nas pastagens, na proteção de florestas, em ambientes urbanos, hídricos e industriais, com a finalidade de alterar a composição da fauna e da flora, a fim de conservá-las da ação danosa de seres vivos ponderados nocivos (SANTOS; MÓL, 2013).

Os ingredientes ativos presentes nos Agrotóxicos possuem elevado grau de toxicidade aguda comprovada e causam problemas neurológicos, reprodutivos, de desequilíbrios hormonais e até câncer. Contudo, esses Agrotóxicos são vendidos normalmente no Brasil. Apesar de serem proibidos em vários locais do mundo, como União Europeia e Estados Unidos, há pressões do setor agrícola para manter esses produtos (endossulfan, metamidofós e acefato) no Brasil, mesmo após serem retirados de forma voluntária em outros países. (ANVISA, 2009 *apud* RIBEIRO, 2016).

Acreditamos que a finalidade precípua da escola é desenvolver a formação integral do aluno, por intermédio de uma aprendizagem que privilegie experiências vividas pelos estudantes e os faça refletir profundamente sobre a realidade que os cerca e possam tornar-se cidadãos críticos e reflexivos, tendo em vista o contexto social em que vivem. Já discutimos, neste trabalho, que a metodologia de RP converge para isso, pois nesse tipo de método o professor não é o centro da aprendizagem, mas o orientador do processo de aprendizagem dos educandos, deixando de ser “o mestre conteudista” e dando aos estudantes a oportunidade de desenvolverem em seus aspectos cognitivo, motor, afetivo e atitudinal, como os necessários para a conscientização sobre os riscos causados pelos Agrotóxicos.

Dessa maneira, tendo em vista um diálogo constante com o grupo discente, o pesquisador Q, sendo um mediador da aprendizagem, trouxe à tona opiniões e conhecimentos prévios dos educandos, estimulando-os à participação, à reflexão e à busca de respostas. Essa afirmação é corroborada por Cury (2003) quando assegura que “a exposição interrogada gera a dúvida, a

dúvida gera o estresse positivo, e este estresse abre as janelas da inteligência. Assim formamos pensadores, e não repetidores de informações” (p. 127).

Na mesma linha de pensamento, Soares e Pinto (2001) afirmam que há uma necessidade de os docentes perceberem seu papel orientador, “mediador das ideias apresentadas pelos alunos, de modo que estas sejam produtivas, levando os estudantes a pensarem e a gerarem seus próprios conhecimentos”. (p.7)

Terminada essa discussão, que mostrou um interesse bastante grande por parte dos educandos, os quais participaram ativamente, o pesquisador Q, por intermédio de PowerPoint, começou a explicar o assunto a ser tratado, qual seja: “Agrotóxicos e Resolução de Problemas”.

Realizada a apresentação dos princípios da proposta pedagógica e do contexto na qual a mesma se insere, organizamos a sequência didática apresentada na metodologia, com o objetivo de efetivar o exercício de RP com os educandos.

No decorrer da apresentação do vídeo, (Momento I) a turma revelou-se muito concentrada, solicitando aos pesquisadores, inclusive, onde poderiam encontrar o vídeo para assistirem fora da escola. O pesquisador Q, em diversos momentos, parou o filme para dar maiores explicações aos fatos narrados. Após a organização da turma em seis grupos (Momento II), o pesquisador P passou às mãos dos educandos os problemas a serem solucionados e requereu que lessem atenciosamente a folha recebida, esclarecendo-a. Foram entregues aos grupos três problemas, isso significa, então, que houve sempre dois grupos com as mesmas questões. Nessa etapa, os educandos foram alertados de que precisariam formular hipóteses de resolução para os problemas apresentados. Pelo que pudemos observar, os grupos não tiveram dificuldades relacionadas ao entendimento das proposições dos problemas e pesquisaram as informações necessárias às atividades propostas nos subsídios recomendados pelos pesquisadores. Para a elaboração das hipóteses de trabalho (Momento III), os grupos realizaram a leitura dos materiais disponíveis para consulta. À proporção que os alunos trabalhavam, os pesquisadores circulavam entre os grupos para auxiliá-los em possíveis dúvidas, indagando os estudantes a respeito de suas hipóteses, tentando, por intermédio de perguntas condutoras, levá-los à reflexão e à crítica a respeito do que estavam realizando.

De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2006), os docentes adotam o papel de orientadores e mediadores nas atividades de investigação dirigida. Assim sendo, podem debater acerca do problema em questão, criando relações para que os educandos possam entendê-lo, auxiliar no acesso a outras fontes de conhecimento e discutir os dados obtidos interligando-os com as hipóteses apuradas, para averiguar se a tarefa está efetivamente sendo realizada pelos caminhos utilizados. As obras didáticas que fizeram parte da busca de informações por parte dos educandos para a resolução dos problemas apresentados possuem esclarecimentos pontuais sobre o uso dos

Agrotóxicos: definição, finalidade, consequências, características químicas e alternativas de substituição. Por esse motivo, percebemos que, para essa proposta pedagógica, os materiais utilizados foram suficientes para tratar a temática Agrotóxicos convergindo com as orientações propostas para o Ensino Médio (BRASIL, 1999, 2002, 2006).

Para a apresentação das resoluções dos problemas, os alunos realizaram um relatório e confeccionaram cartazes relacionados aos problemas (Momento IV). Isso os ajudou na explanação das hipóteses levantadas, bem como a explicitar como haviam solucionado os problemas a eles destinados. O que observamos foi uma desenvoltura nas apresentações por parte dos estudantes que mostraram, durante todo o processo da resolução das questões propostas, muito interesse e dedicação, discutindo entre si possíveis soluções e questionando, sempre que necessário, os pesquisadores.

6.5.2 As resoluções e apresentações

A análise a seguir foi feita a partir do áudio das apresentações dos grupos (Momento V), apontamentos no diário de campo, análise dos relatórios escritos e cartazes confeccionados pelos grupos. O problema 1 foi solucionado pelos grupos 1 e 2. O grupo 1 explicou adequadamente a resolução do problema, apresentando para o mesmo sugestões plausíveis. Além disso, para esse grupo, a diminuição do uso de Agrotóxicos poderia ser feita por intermédio de palestras que ensinassem o uso correto desses produtos químicos e a divulgação da agricultura orgânica. Já o grupo 2, teve dificuldade em falar sobre os problemas de saúde que os Agrotóxicos podem causar. Coube aos grupos 3 e 4 solucionar o problema 2. Ambos os grupos conseguiram perceber que há possibilidades para se substituírem os Agrotóxicos, entretanto tiveram dificuldade em perceber que cada uma das alternativas possui vantagens e desvantagens. Entenderam os cuidados que seriam necessários para uma aplicação aérea de Agrotóxicos nas lavouras. Os grupos 5 e 6 trabalharam com o problema 3. O grupo 5 não teve grandes dificuldades em resolvê-lo e propôs uma resolução próxima da esperada. O grupo 6 não falou sobre as vantagens e desvantagens da agricultura orgânica, entretanto articulou informações sobre adubos orgânicos e utilização racional de recursos hídricos sem contaminá-los.

Achamos pertinente destacar, nesse momento, a produção dos cartazes feitos por todos os grupos. No geral, identificamos uma boa organização das informações relacionadas à temática ambiental Agrotóxicos, sendo que, em alguns casos, percebemos como nossos estudantes podem ter a criatividade estimulada a partir de um tema (Figura 8) e conseguirem, a partir disso, expor suas ideias de maneira a ajudá-los a construir seus próprios conhecimentos.

Figura 8: Cartaz confeccionado pelo Grupo 4.



Fonte: Apresentação Grupo 4.

No Momento VI, os professores administraram a discussão sobre as resoluções apresentadas, as dificuldades enfrentadas e os conceitos fundamentais abordados. Explicaram as consequências da utilização de Agrotóxicos, fazendo um apanhado das apresentações feitas pelos educandos, identificando as dificuldades e o que os alunos não conseguiram resolver nos problemas. De acordo com os apontamentos do Diário de Campo, os pesquisadores, por intermédio de perguntas condutoras, e a partir das afirmações dos alunos e das resoluções dos problemas propostas por eles, fizeram com que os estudantes chegassem à conclusão de que os Agrotóxicos são prejudiciais ao meio ambiente: seres vivos, solo, rios, ar, plantas etc. Percebemos também um grande interesse dos educandos a respeito de como fazer para tirar ou diminuir o Agrotóxico dos alimentos comprados. No momento dos questionamentos, os docentes explicaram, fornecendo algumas dicas como: Comprar preferencialmente frutas e verduras da época, já que para serem produzidas fora de tempo recebem elevada carga de Agrotóxicos; retirar a gordura de todas as carnes e também a pele de aves, porque os resíduos de produtos químicos, como os Agrotóxicos, hormônios e antibióticos, tendem a se concentrar na gordura; procurar reduzir o consumo dos produtos convencionais que mais recebem dosagens de Agrotóxicos (pêssego, maçãs, uvas, figos, goiabadas, morangos, peras, papaias, melões, nectarinas e tomates), tentando substituí-los por produtos orgânicos.

Durante as atividades realizadas com os educandos, pudemos perceber os tipos de aprendizagens descritas por Zabala (1998), ou seja, aprendizagens de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Dessa maneira, quando os pesquisadores iniciaram o trabalho e, por intermédio de perguntas condutoras, ativaram os conhecimentos prévios dos alunos acerca de

Agrotóxicos estavam buscando conceitos já socialmente produzidos sobre o tema tratado, informações que os educandos conheciam em menor ou maior grau, demonstrando uma aprendizagem de conteúdos conceituais. O entendimento dos vídeos apresentados, as discussões realizadas sobre a temática ambiental abordada, as resoluções dos problemas só foram possíveis tendo em vista os conteúdos conceituais por parte dos aprendizes aliados às novas informações recebidas, tornando esses conteúdos mais sólidos. Os conteúdos conceituais exigem compreensão e dependem de atividades que suscitem um processo de construção pessoal, que favoreça atividades em que os alunos vivenciem o conteúdo, ativando os conhecimentos prévios dos estudantes. Como se pôde observar, nossas ações convergiram para a aprendizagem de conteúdos conceituais. Da mesma forma, notamos, ao final do trabalho, que o conceito de Agrotóxicos para a maioria dos alunos ficou mais consolidado por intermédio dos debates e pesquisas realizados, assim como as consequências danosas desses produtos químicos. Segundo Zabala (1998), “Uma das características dos conteúdos conceituais é que a aprendizagem quase nunca pode ser considerada acabada, já que sempre existe a possibilidade de ampliar ou aprofundar seu conhecimento, de fazê-la mais significativa” (p. 43).

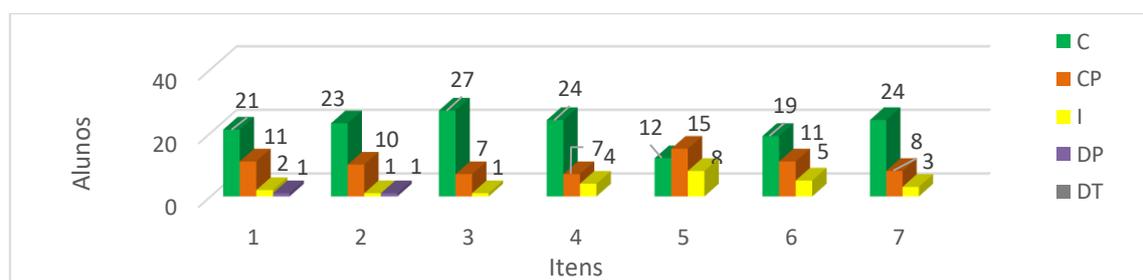
No que diz respeito aos conteúdos procedimentais, que englobam objetivos, resultados e meios para atingi-los, articulados por ações, passos ou procedimentos a serem implementados e aprendidos Zabala (1998) nos afirma que são conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, inferir etc. Dessa maneira, quando os problemas foram entregues aos grupos para serem resolvidos os alunos tiveram de lê-los com o intuito de compreendê-los e, até mesmo, inferir algumas informações neles contidas. As situações apresentadas nos problemas valorizavam o senso-comum, relacionando-o com o cotidiano do aluno. Além disso, para chegarem a um resultado para as questões propostas houve, por parte dos aprendizes, formulação de hipóteses e suposições. Ao lerem os materiais disponíveis para a solução dos problemas, os alunos organizaram informações para o relatório escrito, inclusive por meio de desenhos, uma vez que para a apresentação oral das resoluções tiveram de criar cartazes e os desenhos os auxiliaram grandemente na organização mental para expressarem oralmente os resultados obtidos. Outrossim, as atividades propostas incentivaram a escrita, a leitura e a interpretação de textos informativos, além do vídeo (O Veneno Está na Mesa I) fontes consideradas pelos pesquisadores confiáveis para reforçarem a aprendizagem dos conteúdos procedimentais.

Tendo em vista a aprendizagem dos conteúdos atitudinais, que se referem à formação de atitudes, valores em relação à informação recebida, visando à intervenção do educando em sua realidade, por intermédio da vivência do ser com o mundo que o rodeia a metodologia apresentada propiciou esse tipo de aprendizagem. A composição da turma em grupos, por exemplo, beneficiou

o trabalho para a aprendizagem de conteúdos atitudinais que, segundo Zabala (1998), engloba conteúdos os quais podem se agrupar em valores, atitudes e normas. Dessa maneira, para o autor os valores são a solidariedade, o respeito aos outros, a responsabilidade, a liberdade etc. Esses valores foram observados pelos pesquisadores no decorrer do trabalho em grupo, já que os componentes do grupo auxiliaram-se em relação a dúvidas, empréstimo de material, respeitaram opiniões divergentes sobre os Agrotóxicos e as maneiras de solucionar ou diminuir os danos causados por eles com o objetivo de chegarem a um senso comum no momento de apresentarem suas resoluções. Pelas observações realizadas, os elementos do grupo agiram com responsabilidade, pois cada um teve uma tarefa e a cumpriu a contento, assim como tiveram a liberdade para trabalharem da maneira que os aprouvesse, a fim de chegarem aos seus objetivos. Além do mais, diagnosticaram e propuseram soluções para o problema ambiental a eles destinados, verificaram relações sustentáveis entre a espécie humana e o meio ambiente. Da mesma forma, a metodologia apresentada estimulou a diversidade de opiniões, levando os educandos a posicionarem-se crítica e construtivamente, respeitando as opiniões dos demais grupos.

As avaliações dos estudantes a respeito da proposta que foi apresentada foram colhidas por meio das perguntas um, dois e três do questionário aplicado após o término da sequência didática. Na questão um, foram apresentadas aos alunos algumas afirmativas que dizem respeito a habilidades, conceitos e capacidades que pretendíamos aprimorar com a metodologia de RP. Na Figura 9, mostramos o grau de concordância dos alunos com as afirmações apresentadas.

Figura 9: Grau de concordância dos alunos em relação às afirmações apresentadas nos itens que vão de 1 a 7 (Apêndice B).



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

A análise da Figura 9 permite afirmar que nos itens 1, 2, 3, 4 e 5, que dizem respeito ao desenvolvimento das habilidades de investigação, raciocínio, análise e classificação, respectivamente, a maioria dos alunos registrou respostas favoráveis à contribuição da metodologia de RP para o seu aprimoramento. Lipman (1995) acredita que tais habilidades são relevantes para se alcançar objetivos educacionais, como a educação científica para o exercício da cidadania. Apesar de alguns itens apresentarem algumas respostas desfavoráveis à contribuição da

metodologia, o resultado geral aponta para a efetividade da proposta de ensino no desenvolvimento das referidas habilidades, na opinião dos estudantes. No item 6, trinta estudantes concordaram com a contribuição da metodologia para o desenvolvimento da capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real; apenas cinco alunos ficaram indecisos nesse item. E no item sete, que diz respeito às impressões dos estudantes sobre a contribuição da metodologia para a aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza e a utilização da disciplina de Língua Portuguesa, trinta e dois alunos foram favoráveis à sua aplicação, e uma pequena minoria (três alunos), novamente, ficaram indecisos nesse item. Entendemos que os resultados refletem a participação e o envolvimento dos estudantes durante o trabalho que foi proposto, e a atividade que foi realizada em grupo contribuiu para a formação dos educandos.

Na questão de número dois, solicitamos que os educandos comentassem a respeito do trabalho interdisciplinar realizado com professores de Química e Língua Portuguesa, aplicando a metodologia de RP. Três alunos usaram termos como “diferente” e “novidade”, mas não aprofundaram suas repostas. Entendemos que quando utilizaram esses termos em suas argumentações, os alunos estavam comparando com o método tradicional de ensino³⁶. Já a grande maioria dos estudantes, vinte educandos, afirmaram que gostaram de trabalhar com uma aula interdisciplinar, dizendo que foi uma aula interessante, legal e/ou boa: *“Achei bem legal, um modo melhor de aprender, as matérias interagindo”*, *“O trabalho interdisciplinar foi um tanto curioso para mim. Foi bom, incluindo mais de uma matéria em uma aula”*, *“Foi algo muito interessante a ideia de trabalhar duas matérias como uma mesma disciplina relacionada para um mesmo propósito: A aprendizagem”*.

Notamos que a compreensão dos alunos sobre interdisciplinaridade é convergente àquela apresentada por Pombo (1994), evidenciando que deve existir um trabalho em conjunto entre os professores das diferentes disciplinas, com objetivos convergentes, visando trabalhar assuntos a partir de pontos de vista diferentes.

Ainda analisando as respostas dos alunos na pergunta dois, verificamos que sete alunos além de acharem uma metodologia diferente e inovadora aprofundaram suas argumentações favoravelmente a esse método de ensino: *“Gostei bastante, porque foi uma aula diferente e mais compreendida”*, *“... foi uma maneira diferente de aprender, acredito que bem mais fácil de entender e guardar o que aprendeu”*, *“Foi uma experiência diferente, mas muito produtiva”*, *“É*

³⁶ Os métodos tradicionais de ensino podem originar vários problemas. A insistência na imitação, obediência e repetição, muito frequente nestes métodos, conduzem a uma negligência das capacidades criativas individuais em detrimento de competências que são puramente mecânicas e repetitivas. Abandonar esta concentração rígida no intelecto humano a favor de uma pessoa holística que deve ser encorajada, fortalecida e motivada aumentaria imensamente as capacidades dessa pessoa.

uma experiência diferente das que possuímos no dia a dia, escolar, mas foi muito bom. Deveria ser aplicada mais vezes”.

Outros cinco educandos expuseram suas ideias sobre a aula interdisciplinar aplicada pelos professores de Química e Língua Portuguesa, falando sobre a aprendizagem e conhecimentos que adquiriram: *“É melhor assim, os alunos aprendem mais e interagem mais com a aula”, “Foi uma maneira de juntar diferentes tipos de conhecimentos para resolver um problema”.*

A pergunta três do questionário aplicado no final da pesquisa indagava os alunos se os mesmos gostaram de trabalhar com a metodologia de RP. Todos os trinta e cinco estudantes afirmaram que gostaram da atividade escolar utilizando essa metodologia: *“Sim, porque acabamos entendendo mais sobre os assuntos propostos”, “Sim, instiga a atenção, faz com que se interessa mais e entenda melhor o problema”, “Sim, porque aprendi melhor sobre como solucionar problemas, apresentando as estratégias e escolhendo a mais eficaz para aquela situação”.*

Alguns dos nossos alunos enfatizaram o desenvolvimento de características já citadas na pergunta um do questionário e acreditam que a metodologia de RP é uma metodologia que pode capacitar nossos estudantes a construir seus próprios conhecimentos: *“Trabalhar com a metodologia de RP foi muito bom para exercitar nossa capacidade de **raciocínio** e também expor nossas opiniões com o grupo”, “Sim, pois aprendemos mais e nos ajudou a desenvolver várias **habilidades**”, “A metodologia de Resolução de Problemas me agradou muito, o motivo pelo qual aconteceu isso, é que proporcionou uma aula boa para adquirir o nosso **conhecimento**”* (grifos nossos).

Para Goi e Santos (2009), nas atividades investigativas a construção de conhecimento se dá por meio da RP que envolve etapas como observações, elaboração de questões e hipóteses, consulta a fontes de informação, planejamento e execução de planos, coleta, análise e interpretação de dados, proposição de explicações, compartilhamento de informações. Nesse sentido, os alunos se motivam e participam de forma mais efetiva das atividades de aula. Assim, compreendemos que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais relacionadas aos conhecimentos científicos trabalhados e, procedimentais, como a análise de referenciais bibliográficos, a confecção de relatórios e a defesa de ideias nas apresentações orais.

Ainda analisando as argumentações dos estudantes na questão três, sete alunos novamente utilizaram termos como “diferente”, “inovadora”, “incomum”, demonstrando a pouca difusão da metodologia de ensino em questão na educação básica: *“Sim ... e também é uma aula diferente, foi feita a pesquisa e após a pesquisa os grupos apresentaram as resoluções dos problemas para fixar ainda mais o conteúdo”, “Sim, por ser uma aula mais incomum e nova, trazendo novos conhecimentos”.*

6.6 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O trabalho por nós conduzido mostrou a importância do trabalho interdisciplinar associado à metodologia de RP. Dessa maneira, de acordo com os pressupostos teóricos aqui apresentados e o trabalho feito com os educandos, sujeitos desta investigação, acreditamos que a interdisciplinaridade favorece o desenvolvimento de conhecimentos de diferentes áreas integrados a uma temática, assegurando uma maior interação entre os educandos e professores. Pudemos ter evidências desses resultados no decorrer das atividades realizadas, nos momentos em que os educandos, em seus grupos, discutiam as questões propostas, refletiam sobre os assuntos discutidos, ouviam opiniões divergentes, solicitavam a intervenção dos pesquisadores e, assim, chegavam às suas próprias conclusões. cremos, dessa maneira, que esse comportamento observado leva à formação de indivíduos sociais, participativos e reflexivos. Notamos, também, que no trabalho interdisciplinar o estudante não constrói sozinho o conhecimento, mas por intermédio da ação do grupo, tendo o professor como orientador da aprendizagem. Com este viés de pensamento, consideramos que a experiência apresentada neste trabalho apresentou os princípios fundamentais de uma proposta interdisciplinar, tanto em nível das orientações dos documentos norteadores do Ensino Médio (BRASIL, 1999; 2002; 2006), quanto do referencial teórico da área (POMBO, 1994), ao integrar os objetivos entre as disciplinas de Química e Língua Portuguesa.

Da mesma maneira, percebemos que a interdisciplinaridade e a metodologia de RP estão interligadas, uma vez que também na metodologia de RP o papel do professor não é o de transmitir conhecimentos, mas de ser motivador, orientador, mediador das indagações trazidas pelos educandos. Dessa forma, o aluno não recebe pronto o conhecimento, mas o vivencia, refletindo sobre o mesmo, gerando o seu próprio conhecimento. Percebemos que a metodologia de RP é uma prática diferenciada em que há maior interação do aluno com o conteúdo, assim como entre os alunos e os professores, do que em metodologias tradicionais, favorecendo a construção do conhecimento científico contextualizado (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006). Percebemos essas características, durante todo o processo vivenciado pelos pesquisadores no trabalho realizado com a turma em questão. Desde a atenção dos educandos no início do trabalho, passando pelas discussões no decorrer das resoluções até a apresentação dos problemas solucionados, sempre com muito entusiasmo e interesse por parte dos alunos.

Além disso, a pesquisa oportunizou o reconhecimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, objetivo deste trabalho, nas ações dos educandos por intermédio da metodologia aplicada. Os conteúdos conceituais foram observados em momentos, por exemplo,

relacionados às proposições de soluções, o que favoreceu que os novos conteúdos se relacionassem com os conhecimentos prévios dos alunos. No que diz respeito aos conteúdos procedimentais, estes foram verificados na aquisição, interpretação e análise da informação, além da organização conceitual dessa informação, durante todo o processo de nossa pesquisa, seja durante a resolução dos problemas, seja durante o debate final acerca do tema tratado. Da mesma forma, observamos os conteúdos atitudinais que se concretizaram por intermédio de auxílio mútuo, respeito à opinião alheia e responsabilidade na execução das tarefas solicitadas. Cabe salientar que os conteúdos apresentados não são trabalhados isoladamente, pois todos estão correlacionados à construção de um todo significativo (ZABALA, 1998).

Por fim, tendo em vista a metodologia implementada e por intermédio dos conteúdos de aprendizagem observados, notamos um desenvolvimento da consciência dos alunos no que tange à temática ambiental Agrotóxicos e às consequências que esses produtos químicos podem ocasionar aos seres humanos, aos animais e ao meio ambiente.

6.7 REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei Federal nº 9.394. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Volume 2. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CEB nº 02, de 30 de janeiro de 2012**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para Ensino Médio.

CARDOSO, S. P; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova**, São Paulo, v.23, n.3. p. 401-404, 2000.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006. 120p.

CURY, A. J. **Pais brilhantes, professores fascinantes**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. Em: POZO, J. I. (Ed.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed. 1998. p. 13-42.

GÓI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. S. Resolução de problemas e atividades práticas de laboratório: uma articulação possível. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Bauru, 2005.

- LIPMAN, M. **O Pensar na Educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- NERY, A. L. P.; LIEGEL, R. M.; FERNANDEZ, C. Reações envolvendo íons em solução aquosa: uma abordagem problematizadora para a previsão e equacionamento de alguns tipos de reações inorgânicas. **Química Nova na Escola**, v. 23, p. 14-18, 2006.
- POMBO, O. A interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. In: POMBO, O.; LEVY, T.; GUIMARÃES, H. (Org). **A interdisciplinaridade: reflexão e experiência**. Lisboa: Texto, 1994.
- PORLÁN A. R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula**. 6 ed. Sevilla: Díada, 1998.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J. I. (Org.) **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.
- RIBEIRO, D. C. A. **Problemas ambientais causados por Agrotóxicos: Uma proposta de formação de professores de Química viabilizando a Metodologia da Resolução de Problemas**. 2016, 134 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- RIBEIRO, D. C. A. et al. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta para abordagem sobre agrotóxicos no ensino médio. In: I ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS, 2017, 1, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2017a. p 79-84.
- RIBEIRO, D. C. A. et al. A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas na Educação de Jovens e Adultos. XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: UFSC, 2017b. p. 1-9.
- RIBEIRO, D. C. A. et al. A metodologia da resolução de problemas: abordando a temática agrotóxicos no ensino fundamental. In: SIPEQ – SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISAS QUALITATIVAS, 5, 2018, Foz do Iguaçu, **Atas...** Foz do Iguaçu: Unioeste, 2018a. p. 1-12.
- RIBEIRO, D. C. A. et al. (aceito). A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**. (2018b).
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã**. 2 ed. São Paulo: AJS. 2013.
- SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano: Ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos**. 1 ed. São Paulo: Global, 2013.
- SOARES, M. T. C.; PINTO, N. B. **Metodologia da Resolução de Problemas**. In: REUNIÃO ANPED, 24., 2001. **Anais eletrônicos [...]** Caxambu, 2001. p. 1-9.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookmam. 2001.
- ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.

Capítulo 7

A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR SOBRE AGROTÓXICOS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

*L*ever em conta uma perspectiva interdisciplinar do saber, na organização do currículo da EJA, implica que o educando possa aprender muitas estratégias de interpretação, de leitura, de concepção do mundo, o que contribui para a sua formação como cidadão.

O AUTOR.

A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos³⁷

Problem-Solving Methodology: An Interdisciplinary Proposal about Pesticides in Youth and Adults Education

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro³⁸

Camila Greff Passos³⁹

Tania Denise Miskinis Salgado⁴⁰

Resumo: Este artigo apresenta a análise de uma experiência de utilização da metodologia de Resolução de Problemas (RP) no Ensino Médio na modalidade da Educação de Jovens e Adultos. O objetivo desta investigação é analisar as formas de contribuição da sequência didática implementada para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar. Para a coleta de dados, foram utilizados o Diário de Campo dos pesquisadores, o questionário de avaliação da atividade e a gravação do áudio da aula em que os estudantes vivenciaram a RP. Os resultados apontam que a sequência didática implementada favoreceu as aprendizagens supracitadas quanto à RP e aos conhecimentos científicos trabalhados.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Agrotóxicos. Educação de Jovens e Adultos. Resolução de Problemas.

Abstract: This article presents the analysis of an experience using the Problem-Solving methodology (PSM) in High School in the modality of Youth and Adults Education. The objective of this research is to analyze the contributions of the teaching-learning sequence to the development of conceptual, procedural and attitudinal knowledge related to the environmental impacts that Pesticides can cause. For the data collection, we used the researcher's Field Diary, the activity evaluation questionnaire and the audio recording of the class in which the students experienced the PSM. The results indicate that the teaching-learning sequence favored the knowledges related to Problem Solving and to the scientific concepts worked.

Keywords: Environmental Education. Pesticides. Youth and Adults Education. Problem Solving.

³⁷ RIBEIRO, D. C. A., PASSOS, C. G., SALGADO, T. D. M. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019.

³⁸ Doutorando em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialista em Educação Ambiental (Senac), graduado em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

³⁹ Doutora em Educação Química e mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e licenciada em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Educação Química.

⁴⁰ Doutora em Ciências com Área de Concentração Física Experimental, Mestre em Engenharia de Materiais e Bacharel em Química, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

7.1 INTRODUÇÃO

Muito se fala, no Brasil, acerca da inclusão social por intermédio da educação, uma vez que os estudos são uma importante ferramenta que viabiliza o crescimento pessoal e profissional. Assim sendo, o conhecimento torna-se primordial, principalmente na sociedade moderna, na qual as mudanças no âmbito do trabalho, e a utilização de novas tecnologias, que se aperfeiçoam constantemente, exigem um profissional bastante qualificado para atuar em diferentes funções no mercado de trabalho. Nesse contexto, ressaltamos os alunos da EJA. A EJA é uma modalidade de ensino reconhecida pela LDB 9.394/96 que em seu art. 37 ressalta: "A Educação de Jovens e Adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria" (BRASIL, 1996, p. 15). Dessa maneira, a EJA aparece como uma motivação aos jovens e adultos, propiciando que eles retornem à sala de aula. Além disso, um dos propósitos principais da EJA é disponibilizar aprendizagem e qualificação constantes, com o intuito de ensinar um extenso desenvolvimento com emancipação dos educandos, constituindo-se como modalidade que extrapola o ensino direcionado à transmissão de conteúdos, enfocando o desenvolvimento das capacidades cognitivas.

Tendo em vista as características específicas dos alunos da EJA, diferentes daqueles que tiveram a chance de estudar na "idade apropriada", percebemos que a seleção de conteúdos, materiais didáticos e metodologias de ensino e de avaliação devem ter um olhar diferenciado por parte dos docentes, uma vez que, em sua maioria, são cidadãos que trabalham durante o dia e em período integral. Desse modo, o docente deve trabalhar de maneira a motivar no aluno o gosto pelo aprender, numa proposta dinâmica que leve esse aluno a refletir, a interagir para se apropriar do conhecimento. Num processo assim, o professor desempenha um papel primordial, qual seja, o de agir como mediador do processo de construção do conhecimento, empregando um "método que seja ativo, dialógico, crítico e criticista" (FREIRE, 1979, p. 39), permitindo uma interação maior entre docente e discente e beneficiando o processo de ensino e aprendizagem.

Da mesma maneira, como se pode observar em diversas pesquisas acerca da responsabilidade que a educação escolar precisa ter em relação ao desenvolvimento dos educandos, Lipman (1995) enfatiza a incapacidade de se pressupor que os alunos têm condições de aprender a pensar melhor por intermédio de uma metodologia de ensino que pouco os motiva a refletir, observando, também, que muitos docentes não reestruturam seus planos de aula pois, de acordo com tais professores, esse seria um esforço desnecessário quando se pretende aperfeiçoar as competências que os alunos já deveriam ter trazido para a sala de aula. Ademais, o estudioso identifica quatro grupos de habilidades que se fazem necessárias para os propósitos educacionais,

recomendando que os educandos podem consolidá-las e desenvolvê-las por intermédio de atividades oportunizadas pelos educadores em suas aulas: habilidade de investigação, habilidade de raciocínio, habilidade de organização de informações, habilidade de tradução (LIPMAN, 1995).

Pesquisadores da Didática das Ciências defendem a utilização da estratégia de RP nas diferentes etapas e modalidades da Educação Básica, incluindo a EJA. Alguns estudiosos entendem que essa metodologia é capaz de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos (GOI; SANTOS, 2009; ECHEVERRÍA; POZO, 1998; POZO, 1998; LAUDAN, 1977). Nessa proposta didática, os estudantes são estimulados a explorar as ideias e propor tarefas que encorajam a discussão e o debate sobre como as coisas funcionam, desenvolvendo soluções para diferentes aspectos de um problema contextual, muitas vezes se diferenciando dos modelos tradicionais, uma vez que os problemas sugeridos abordam assuntos amplos, com questões abertas e sugestivas, possibilitando ao estudante a construção do seu conhecimento através de suas próprias habilidades (GOI; SANTOS, 2009).

Perguntamos, então, o que é uma situação-problema nesse contexto? De acordo com Echeverría e Pozo (1998):

Uma circunstância apenas pode ser concebida como um problema na medida em que exista um reconhecimento dela como tal, e na medida em que não disponhamos de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-los de forma mais ou menos imediata sem determinar, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos. Além disso, um problema é, de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas (ECHEVERRÍA; POZO, 1998, p. 16).

De acordo com Laudan (1977), os problemas são o ponto central do pensamento científico e as teorias o seu resultado final. Laudan (1977) concebe a Ciência como uma atividade de RP, que gera um progresso cognitivo e que se relaciona às aspirações intelectuais da Ciência. O autor ressalta que as teorias são cognitivamente relevantes quando proporcionam resoluções adequadas aos problemas, por isso a função da teoria é resolver ambiguidades e encontrar resoluções adequadas para as situações problemáticas.

Nesse sentido, entendemos que com a utilização da perspectiva da aprendizagem por RP favorecemos o desenvolvimento das atitudes inerentes à atividade científica, como questionar-se, elaborar e resolver problemas e relacionar o conhecimento científico com os fenômenos vivenciados no dia a dia.

Pensando dessa maneira, é que realizamos um trabalho interdisciplinar entre as disciplinas de Química e Língua Portuguesa com uma turma da EJA, tendo como metodologia a RP, contextualizando nosso trabalho com a temática ambiental dos Agrotóxicos. Nesse sentido, o

objetivo desta investigação é analisar as formas de contribuição da sequência didática implementada para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos a respeito dessa problemática ambiental.

7.2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Educação Ambiental (EA) é todo processo utilizado para preservar o patrimônio ambiental e criar modelos de desenvolvimento, com soluções limpas e sustentáveis, além da construção, por intermédio do indivíduo e da coletividade, de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, que é um bem de uso comum do povo, e primordial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (LOUREIRO; TORRES, 2014).

Assim sendo, a EA se apresenta como um conjunto de práticas educacionais com o intuito de estabelecer uma nova consciência ecológica em todas as disciplinas do currículo escolar. Por isso, as práticas de EA não devem somente transmitir conhecimentos acerca do meio ambiente, mas também promover a mudança de atitude, a determinação para a ação e a procura de soluções para o problema.

Além disso, somos amparados pela Lei nº 9.795/99, que diz que a EA deve estar presente na proposta pedagógica das escolas em todos os níveis de ensino (BRASIL, 1999a). Ademais, o artigo 10º da lei, além de ressaltar o caráter processual e a prática integrada da educação ambiental, diz que deve ser trabalhada em todas as disciplinas de maneira interdisciplinar. Assim sendo, os professores podem utilizar métodos de ação coletiva para uma maior abrangência da temática ambiental.

Nesse contexto é que o trabalho por nós realizado apresenta a RP como forma de levar a cabo essa tarefa, com o intuito de formar educandos com a habilidade de tomar decisões fundamentadas e de participar de discussões na sociedade em que vivem no que diz respeito às questões ambientais.

Ainda sobre os conhecimentos da EA, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) orientam que estes sejam contemplados nos componentes curriculares das três grandes áreas, visto que a complexidade das questões ambientais ultrapassa as barreiras das disciplinas. Nas orientações para a Química, a ênfase da temática de interesse deste trabalho (Agrotóxicos) é integrada à discussão sobre as propriedades da matéria e as interações do homem com a atmosfera (BRASIL, 1999b).

Os PCN+ sugerem, quanto aos agrotóxicos, que o trabalho esteja associado à competência: representação e comunicação, como a leitura e interpretação de textos científicos, de jornais e de outros meios de comunicação sobre a utilização de agrotóxicos e outros tipos de poluentes (BRASIL, 2002a).

De forma convergente, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio orientam o trabalho articulado dos conteúdos químicos aos aspectos sociocientíficos oriundos de questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. Quanto ao estudo dos agrotóxicos, o documento sugere a discussão sobre a sua utilização e sua ação como poluente (BRASIL, 2006).

Nesse âmbito, na escola, o professor desempenha papel fundamental no processo de desenvolvimento de consciência sobre a importância da sustentabilidade ambiental e socioambiental, articulado ao estudo dos conteúdos escolares, necessitando de recursos didáticos e orientação contínua para desenvolver ações com esses propósitos. Assim, esse processo deve despertar nos indivíduos o cuidado individual e, principalmente, coletivo com a prática de atividades que possam causar impacto ambiental, tais como: a poluição do ar, dos rios, a degradação do solo, a pesca predatória, o desmatamento, a produção de energia com o uso de combustíveis poluentes, o destino do lixo, o consumo de alimentos com agrotóxicos etc. No que diz respeito ao meio ambiente e à nossa saúde, sabemos que os agrotóxicos têm sido utilizados há bastante tempo por agricultores no combate a pragas que afetam a produção de alimentos. Entretanto, seus efeitos não se restringem às pragas, podendo causar sérios danos ao ambiente e à saúde humana (MIRANDA *et al.*, 2007).

Sendo tóxicos de uma forma geral, independentemente de qual composto seja utilizado na sua formulação, os agrotóxicos podem ser mais ou menos danosos à saúde humana e ao meio ambiente. Dessa maneira, a poluição do ambiente por esses produtos é uma das maiores preocupações ambientais e de Saúde Pública. Os efeitos da exposição aos agrotóxicos não atingem apenas os trabalhadores rurais, mas a população como um todo, pois esses produtos se dispersam pelo ar e são carregados através do solo representando um risco para a qualidade da água e do solo em regiões próximas a áreas agrícolas.

Mapa, 2014 *apud* Ribeiro, 2016 afirma que o uso dessas substâncias químicas é tão intenso que o Brasil, desde 2008, detém uma alarmante posição: a de maior consumidor de agrotóxicos do mundo (MAPA, 2014 *apud* RIBEIRO, 2016). Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) apontam o lançamento de 673,9 mil toneladas desses produtos no meio ambiente no ano de 2008. Esse número prosseguiu aumentando e, em 2011, supõe-se que tenha alcançado o patamar de 852,8 mil toneladas incluindo, nesse montante, produtos proibidos em outros países. Dessa maneira, percebemos o quanto nossa saúde pode estar sendo afetada de forma

direta pelo consumo de alimentos com quantidades excessivas de agrotóxicos (MAPA, 2014 apud RIBEIRO, 2016). Entretanto, nossa revisão bibliográfica mostrou que a temática dos agrotóxicos associada à RP é pouco frequente na literatura, principalmente em pesquisas científicas na Educação Básica. Dessa forma, este estudo apresenta-se como um trabalho relevante no âmbito da educação em Ciências.

Sobre a interdisciplinaridade na EJA, os documentos oficiais, LDB (BRASIL, 1996), PCNEM (BRASIL, 1999b), PCN+ (BRASIL, 2002a) afirmam que existe a necessidade de a área de Ciências da Natureza abordar de modo interdisciplinar e contextualizado o processo de ensino e aprendizagem visando à educação cidadã. Segundo os PCNEM (BRASIL, 1999b), a interdisciplinaridade é, assim, entendida como abordagem teórico-metodológica com ênfase no trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento. Esses mesmos documentos defendem a interdisciplinaridade e a contextualização como princípios de organização do currículo.

Entendemos que levar em conta uma perspectiva interdisciplinar do saber, na organização do currículo da EJA, implica que o educando possa aprender muitas estratégias de interpretação, de leitura, de concepção do mundo, o que contribui para a sua formação como cidadão. Para Japiassu (1991), a interdisciplinaridade consiste em um trabalho em comum tendo em vista a interação das disciplinas científicas, de seus conceitos e diretrizes, de sua metodologia, de seus procedimentos, de seus dados e da organização de seu ensino. Além disso, trabalhar interdisciplinarmente é relacionar os conteúdos de duas ou mais disciplinas para aprofundar o conhecimento, promovendo um ensino mais ágil, dinâmico, participativo, colaborativo, momento em que uma disciplina interage com a outra. Assim sendo, a interdisciplinaridade implica conexões de ações disciplinares que visem a um benefício comum.

A interdisciplinaridade, de acordo com Saviani (2003), é imprescindível para a inauguração de um processo inteligente de construção do currículo de sala de aula informal, realístico e integrado. Por intermédio da interdisciplinaridade, o conhecimento passa de algo setorizado para um conhecimento integrado, no qual as disciplinas científicas interagem entre si.

Indo mais além, entendemos que as atividades centradas na interdisciplinaridade visam à formação de educandos que tenham uma visão ampla do mundo em que vivem e com o qual interagem, sendo capacitados a “articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos adquiridos” (MORIN, 2002, p. 29).

Percebemos, portanto, que o ensino e a aprendizagem envolvendo práticas interdisciplinares e contextualizadas são de grande valia na busca por uma educação que leve à formação de cidadãos participativos, criativos, capazes de transformarem o mundo em que vivem e a realidade na qual estão inseridos.

7.3 PROPOSTA METODOLÓGICA DE PESQUISA

Neste trabalho, optamos pela pesquisa qualitativa, pois esta perspectiva permite uma visão mais ampla de um cenário. Além disso, neste tipo de pesquisa o pesquisador participa do processo e descreve os significados nele presentes, possibilitando narrativas ricas e interpretações individuais. Ademais, as partes são mais importantes do que o todo, preocupa-se com a qualidade das informações (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Dentre as modalidades que a pesquisa qualitativa nos oferece, utilizamos o Estudo de Caso (YIN, 2001).

De acordo com Yin (2001), o Estudo de Caso é um método qualitativo que consiste, geralmente, em uma forma de aprofundar uma unidade individual. Ele serve para responder a questionamentos sobre os quais o pesquisador não tem muito controle em relação ao fenômeno estudado. Lüdke e André (1986) argumentam que o Estudo de Caso se desenvolve em situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível, focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada. Os autores afirmam, ainda, que um caso é bem delimitado, podendo ser similar a outro caso, mas ao mesmo tempo pode ser bem distinto, uma vez que possui interesse próprio e singular. Dessa forma, cada um carrega sua especificidade e, conseqüentemente, suas características. O Estudo de Caso permite, ainda, a reflexão de uma realidade.

O Estudo de Caso descrito neste trabalho foi desenvolvido com 24 alunos, no turno noturno de uma escola pública estadual de Ensino Médio da cidade de Porto Alegre/RS, sendo os pesquisadores professores dos sujeitos deste trabalho. Todos os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido.

Os dados foram coletados através de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998) dos pesquisadores, das produções escritas produzidas pelos educandos, da aplicação de questionário adaptado de estudos anteriores (GOI, 2004) e da gravação do áudio da aula, para posterior análise de conteúdos. Sobre esse assunto, Godoy (1995) afirma que na origem da análise de conteúdo, tem-se privilegiado as formas de comunicação oral e escrita. Argumenta que não se devem excluir outros meios de comunicação, pois qualquer comunicação que vincule um conjunto de significações de um emissor para um receptor pode, em princípio, ser traduzida pelas técnicas de análise de conteúdo. O método da análise de conteúdo aparece como uma ferramenta metodológica para a compreensão e interpretação da construção de significado daqueles que exteriorizam no discurso, parte do pressuposto que por trás do discurso aparente, esconde-se um outro sentido que convém descobrir (SILVA, *et al.*, 2005).

7.4 PROPOSTA PEDAGÓGICA

Neste artigo, apresentamos a análise de uma experiência de utilização da RP em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, modalidade da EJA, contextualizando a temática agrotóxicos, sua definição, utilização e diferentes alternativas para essas substâncias químicas. A atividade na qual os estudantes vivenciaram a RP foi realizada na sala de vídeo da escola, em um único encontro de cinco períodos contínuos, para evitar a entrada e saída de alunos, de modo que todos participaram de todas as etapas do estudo.

Para tanto, seguimos uma sequência didática para implementar as atividades de RP com os estudantes. A sequência didática utilizada nesse processo formativo correspondeu aos seguintes seis momentos: I. Introdução dos alunos ao tema, através de um vídeo de motivação (“O Veneno está na mesa 1”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=fnyZwI7022I>) e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas que seriam resolvidos; II. Organização das equipes de trabalho, em seis grupos de quatro pessoas, seguida da leitura e análise dos problemas, que seriam apresentados no decorrer do trabalho; III. Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta, que incluíram o livro didático das Ciências da Natureza e Matemática da EJA (SCRIVANO, *et al.*, 2013) e os três volumes do livro didático de Química (SANTOS; MÓL, 2013), adotados pela escola, pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). IV. Elaboração das apresentações com as resoluções; V. Plenária de apresentação das resoluções; VI. Debate coletivo, no qual os professores formadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

Os três problemas elaborados pelos pesquisadores são sobre a temática ambiental de agrotóxicos. De acordo com Pozo e Crespo (1998), os problemas propostos são classificados como escolares, os quais têm por objetivo desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes cabíveis à Ciência que possibilitam a compreensão dos acontecimentos cotidianos; semiabertos, pois os enunciados apresentam parcialmente os subsídios necessários para a sua resolução; qualitativos, pois os estudantes podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem a necessidade de cálculos ou raciocínio matemático; e teórico-práticos, porque aceitam estratégias experimentais e raciocínios teóricos para resolvê-los. Destacamos que os problemas semiabertos e qualitativos possibilitam que os próprios estudantes incorporem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver a tarefa.

Optamos por elaborar três problemas (mostrados no Quadro 20) com o objetivo de aprofundar o estudo dos conteúdos envolvidos na temática agrotóxicos.

Quadro 20: Problemas formulados para trabalhar com a EJA.

<p>Problema 1: <i>Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. A Química entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema, os chamados agrotóxicos. Você é professor de Química de uma zona rural de Porto Alegre e descobriu que alguns dos seus alunos são agricultores e não utilizam roupas de proteção apropriadas na aplicação de agrotóxicos nas lavouras. Você dará aula para esses estudantes e outros que também precisam saber sobre os cuidados que devem ter com os agrotóxicos. Faça uma pesquisa a respeito da definição de agrotóxicos e a finalidade para a qual são utilizados na agricultura. Dê exemplo de um agrotóxico, seu nome, estrutura química e os problemas de saúde e danos ao organismo humano que esse produto e outros podem causar. O que os agricultores podem fazer para amenizar os riscos à saúde no momento da aplicação de agrotóxicos?</i></p>
<p>Problema 2: <i>Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica. Devido a doenças e ervas daninhas, os agricultores utilizam agrotóxicos para controlar essas pragas. Agrotóxicos são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças, ou plantas daninhas que causam danos às plantações. Você foi contratado para analisar e resolver o problema da pulverização de agrotóxico em um arrozal. O agrotóxico é pulverizado por aviões em lavouras de arroz, mas nas imediações há moradores, animais e um rio corta a plantação. Quais seriam as consequências de realizar uma aplicação aérea de agrotóxicos sem um estudo prévio das condições meteorológicas e do entorno dessa pulverização? Pesquise sobre as alternativas para o cultivo de agriculturas sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso. Discuta, também, quais as vantagens e desvantagens de cada uma dessas alternativas e decida quais delas você considera mais eficiente para diminuir o uso de agrotóxicos.</i></p>
<p>Problema 3: <i>O desenvolvimento tecnológico contribui de forma significativa para o aumento da produtividade agrícola, elevando a quantidade de alimentos produzida por área cultivada. Esse aumento de produtividade possibilitou uma maior disponibilidade de alimentos para a população. No entanto, a exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição de áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além do quê, o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante disso, a agricultura orgânica tem aumentado muito no Brasil e tem tido um mercado promissor. O alimento orgânico é originário do reino vegetal e cultivado sob circunstâncias específicas sem uso de agrotóxicos, pesticidas, hormônios e outros. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. Dê um exemplo de controle natural de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os agrotóxicos.</i></p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Problema 1 inicia descrevendo como os agrotóxicos estão relacionados ao ensino de Química e pretendia, na sua resolução, que os alunos fossem capazes de perceber que essas substâncias químicas podem causar graves problemas à saúde humana. Além disso, outro objetivo era mostrar que o uso de roupas apropriadas (máscaras, botas, luvas etc.), na aplicação de agrotóxicos infelizmente ainda não é rotina para a maioria dos agricultores brasileiros. O Problema 2 estava relacionado com as metodologias de aplicação de agrotóxicos nas lavouras e com as

alternativas para substituir essas substâncias químicas. Esperávamos que os alunos compreendessem que o estudo das condições meteorológicas é fundamental na agricultura. Uma das razões é o fato de a aplicação de agrotóxicos requerer voos de baixa altura, que têm grande risco de queda de avião em condições de chuva e vento fortes. Outra razão é que o agrotóxico, conforme o sentido do vento, pode atingir áreas vizinhas, contaminando o meio ambiente. Sobre as alternativas para substituir os agrotóxicos, pretendíamos que os alunos percebessem que existem inúmeras possibilidades e que todas as alternativas têm vantagens e desvantagens. O Problema 3 fala sobre os problemas ambientais que a exploração agrícola pode causar. Nesse contexto, quando solicitamos que os alunos pesquisem sobre a agricultura orgânica, é para que entendam que a produção com o uso de agrotóxicos pode comprometer a saúde e o ambiente, mesmo com o aumento da produtividade agrícola. Entretanto, a agricultura orgânica busca melhorar a qualidade dos alimentos sem contaminar produtores e consumidores, respeitando e preservando o ambiente. Além disso, o problema visava mostrar que diversas alternativas para o controle de insetos na lavoura têm sido desenvolvidas, como: uso de predadores naturais (controle biológico); esterilização por irradiação; rodízio de culturas; desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética e controle químico com o uso de feromônios.

Após o término da sequência didática, para o fechamento das atividades, aplicamos um questionário com o objetivo de avaliarmos a contribuição da RP na compreensão dos conteúdos pelos alunos, bem como o desenvolvimento de habilidades de análise, de raciocínio, de organização de informações, de classificação, de investigação, de tomada de decisão, como apontamos no referencial teórico. Como o desenvolvimento da atividade aconteceu em um encontro contínuo, os vinte e quatro alunos responderam ao questionário.

7.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início da atividade, o pesquisador Q (professor de Química), por intermédio de *slides*, explicou o assunto a ser tratado, qual seja: “Agrotóxicos, RP e Interdisciplinaridade”. Antes, entretanto, questionou os estudantes a respeito do que são agrotóxicos. De acordo com os apontamentos do Diário de Campo, identificamos que muitos alunos se prontificaram a responder. Um deles disse que os agrotóxicos são utilizados para combater bactérias; outro afirmou que servem para proteger as plantações das pragas; um terceiro assegurou que são utilizados para que as frutas fiquem mais bonitas. Por intermédio de perguntas condutoras, o pesquisador Q foi levando os alunos a perceberem os malefícios dos agrotóxicos e qual o seu verdadeiro uso. Dessa forma, o aluno que afirmou que o agrotóxico deixa a fruta mais bonita acrescentou a informação

de que o agrotóxico faz mal para os consumidores dessa fruta. Assim sendo, o docente Q asseverou que a fruta sem agrotóxico não é bonita, mas é mais saudável. Indagou o grupo, então, caso não houvesse agrotóxicos nos alimentos se viveríamos mais. Os alunos chegaram à conclusão de que teríamos uma vida mais saudável e, conseqüentemente, poderíamos ter uma vida mais longa.

Ainda por intermédio de perguntas condutoras, o pesquisador Q incitou os educandos a refletirem acerca da utilização dos agrotóxicos e suas implicações não só para a saúde humana, mas também para o meio ambiente. Assim procedendo, o docente Q fez com que os estudantes percebessem que os agrotóxicos contaminam também o solo, os lençóis freáticos e prejudicam a saúde dos consumidores.

Para Soares e Pinto (2001), os docentes precisam compreender “seu papel incentivador, mediador das ideias apresentadas pelos alunos, de modo que estas sejam produtivas, levando os estudantes a pensarem e a gerarem seus próprios conhecimentos”. (p. 7), assim como já apontado no nosso referencial teórico por outros estudiosos (FREIRE, 1979; POZO, 1998).

Na continuação de suas explicações, o pesquisador Q afirmou que em 2008 o Brasil ultrapassou os EUA e assumiu o posto de maior mercado mundial de agrotóxicos, posição que mantém até hoje (MAPA, 2014 apud RIBEIRO, 2016). A partir dessa informação, assegurou que a contaminação dos alimentos se intensifica à medida que se utilizam quantidades cada vez maiores dessas substâncias. Desse modo, advêm graves conseqüências desse uso abusivo que trazem sintomas e doenças aos consumidores afetados. Sintomas de intoxicação aguda, tais como: fraqueza, tontura, vômito, perda de apetite, assim como sintomas de intoxicação crônica, quais sejam: lesões renais, doença de Parkinson, cânceres (PERES; MOREIRA, 2003), entre tantos outros apresentados nos *slides*. Prosseguiu sua explicação falando acerca dos riscos à saúde e contaminação de alimentos, assegurando que os agrotóxicos podem contaminar os seres humanos diretamente por diversas vias, quais sejam: via ocupacional, ambiental e alimentar, elucidando cada uma delas. À medida que explicava, trazia exemplos concretos ao grupo de uma pesquisa realizada em que se constatou que 29% dos alimentos analisados estavam contaminados por agrotóxicos (ANVISA, 2009 apud RIBEIRO, 2016). Alguns alunos deduziram que essa é uma porcentagem alta, então o professor Q perguntou se haveria uma possibilidade de cultivo de alimentos sem agrotóxicos. Sempre por intermédio de perguntas que levavam os educandos à reflexão, os alunos afirmaram que essa possibilidade existe. Partindo disso, explicou a utilização de uma agricultura sustentável, citando exemplos e esclarecendo-os, tais como a utilização de feromônios, policultura, corredores agrícolas e sistema de plantio direto (DAROLT, 2000; GHINI; BETTIOL, 2000; ZARBIN, *et al.*, 2009).

Feito isso, deu início à explicação a respeito do que é a metodologia de RP. Esclareceu, de

acordo com alguns referenciais teóricos utilizados nesta pesquisa, (ECHEVERRÍA; POZO, 1998; POZO, 1998; LAUDAN, 1977), o que são problemas e sua importância para o desenvolvimento de atitudes científicas nas aulas de Química.

Logo após, o professor P, de Língua Portuguesa, explanou a respeito do que é interdisciplinaridade. O docente esclareceu que um planejamento interdisciplinar, tendo em vista as diversas disciplinas que possuem, acontece quando duas ou mais disciplinas interagem, relacionam seus conteúdos para aprofundar o conhecimento e levar dinâmica ao ensino. Entendemos que as afirmações feitas pelo professor P sobre interdisciplinaridade estão de acordo com nossa revisão bibliográfica (JAPIASSU, 1991). Afirmou, também, que a relação entre os conteúdos disciplinares é o alicerce para um ensino mais atraente, no qual uma matéria ajuda a outra. Questionou, dessa maneira, no que a sua disciplina, Língua Portuguesa, poderia auxiliá-los para o trabalho que estavam prestes a realizar. Muitas contribuições vieram dos discentes. Um aluno disse que a Língua Portuguesa poderia ajudá-los a entender, a interpretar os problemas a serem resolvidos; outro afirmou que poderia auxiliá-los a escrever o relatório da resolução dos problemas; uma terceira aluna ponderou que, como já haviam discutido nas aulas de Português, deveriam adequar a linguagem oral da apresentação ao ambiente escolar, utilizando um português mais próximo da norma culta.

Após esse processo de contextualização dos princípios da proposta pedagógica, implementamos a sequência didática através dos seguintes seis momentos:

No momento I, de aproximação dos alunos ao conteúdo, a partir da visualização do vídeo sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, os estudantes mostraram-se bastante interessados e atentos às informações trazidas pelo filme. Terminada a apresentação, os educandos fizeram diversas perguntas aos pesquisadores, mostrando-se desconhecedores da maioria dos dados apresentados. Um dos docentes fez comentários sobre o vídeo e esclareceu dúvidas. Em seguida, perguntou a opinião da turma a respeito do filme. De acordo com registros do Diário de Campo, um aluno respondeu que achou bastante interessante, assim como todos os demais; outro aluno disse que havia muita política por trás desse assunto; outro assegurou que o governo incentiva o uso de agrotóxicos e quer dinheiro. Esse questionamento foi enriquecedor, pois possibilitou que os professores formadores falassem sobre o incentivo que o governo dá para agricultura produzida com agrotóxicos, o que não acontece com a agricultura orgânica, por exemplo. O assunto gerou uma discussão muito profícua com muitos alunos querendo opinar sobre a falta de incentivo às formas alternativas de plantio. Posteriormente, um dos pesquisadores acrescentou algumas informações relacionadas ao tema e, em seguida, solicitou que os educandos se reunissem em seis grupos de quatro componentes, contemplando o momento II da sequência

didática. Organizados os grupos, o professor entregou ao alunos os problemas a serem resolvidos e solicitou que lessem com atenção a folha recebida, explicando-a. Eram três problemas, portanto, isso significa que houve sempre dois grupos com a mesma atividade. Nesse segundo momento, os sujeitos foram informados de que deveriam elaborar hipóteses de resolução para os problemas em sequência. Os grupos não apresentaram dificuldades quanto à compreensão dos enunciados e buscaram as informações nos materiais indicados pelos pesquisadores.

Durante o momento III, surgiram diálogos, arguições entre os estudantes e os professores formadores, em que os docentes lhes questionavam sobre suas hipóteses e afirmações. Novamente, percebemos a importância de o profissional da educação saber conduzir o educando a construir seu próprio conhecimento. De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2006), os professores assumem o papel de orientadores e mediadores nas atividades de investigação dirigida. Nesse sentido, podem argumentar sobre o problema em questão, estabelecendo relações para que os alunos possam compreendê-lo, auxiliar no acesso a outras fontes de conhecimento e discutir os dados obtidos interligando-os com as hipóteses levantadas, para verificar se a tarefa está efetivamente sendo realizada pelos caminhos utilizados. No decorrer do terceiro momento, os alunos leram com bastante atenção as atividades a eles destinadas. Surgiram dúvidas acerca do termo arrozal, e após a explicação do seu significado, houve o questionamento de como o arroz é plantado. Os pesquisadores explicaram as dúvidas e, através de afirmações e novas perguntas para os educandos, tentaram guiá-los para um melhor entendimento dos problemas e da temática em questão. Os materiais pesquisados para a RP foram os livros adotados pela escola do PNLD (SCRIVANO, *et al.*, 2013; SANTOS; MÓL, 2013). Essas obras didáticas utilizadas no estudo trazem informações muito ricas sobre o uso dos agrotóxicos: definição, finalidade, consequências, características químicas e alternativas de substituição. Nesse sentido, entendemos que para essa proposta pedagógica, esses materiais foram suficientes para abordar a temática em questão convergindo com as orientações propostas para o Ensino Médio (BRASIL, 1999, BRASIL, 2002a, BRASIL, 2006).

No desenvolvimento do momento IV, na medida em que os alunos trabalhavam, os pesquisadores circulavam entre os grupos para auxiliá-los em possíveis dúvidas. Observou-se uma boa interação entre os alunos nos grupos, que se mostravam ativos e organizados, e talvez isso se tenha dado pelo fato de se tratarem de alunos adultos e/ou de uma temática que despertou o interesse de todos. Nessa etapa, foram elaboradas as resoluções dos problemas pelos grupos que, posteriormente, fizeram uma apresentação oral para toda a turma.

Terminado o tempo dado para a resolução dos problemas, começaram as apresentações, momento V. Os grupos 1 e 2, que trabalharam com o problema 1, não tiveram grandes dificuldades

em resolvê-lo e propuseram resoluções próximas das esperadas. Entre outras informações apresentadas na plenária, o grupo 1 afirmou que o organismo humano pode ser muito prejudicado por diferentes tipos de agrotóxicos, que podem causar reações alérgicas, queda de resistência imunológica, lesões no fígado e nos rins, esterilidade masculina, entre outros. Já o grupo 2 citou como exemplo o DDT⁴¹, explicando que ele tem a capacidade de se acumular no tecido gorduroso dos animais e, em longo prazo, causar graves problemas de saúde como, por exemplo, alterações no sistema nervoso.

Coube aos grupos 3 e 4 solucionar o problema 2. Antes de começarem a apresentação, uma aluna do grupo 3 solicitou a palavra para dar um depoimento, dizendo que não sabia o quão grave era a utilização dos agrotóxicos de forma indiscriminada e o quão mal pode fazer à saúde das pessoas o consumo dessas substâncias. Os dois grupos explicaram que grandes quantidades de agrotóxicos são pulverizadas nas plantações e isso requer rigoroso estudo da velocidade do avião, do sentido do vento e da dosagem do agrotóxico. Caso contrário, pode haver intoxicação do piloto, dos agricultores, contaminação do solo e das regiões vizinhas. Ambos os grupos conseguiram perceber que há possibilidades de substituição desses produtos, entretanto, tiveram dificuldade em perceber que cada uma das alternativas possui vantagens e desvantagens.

O problema 3 foi solucionado pelos grupos 5 e 6. Relataram com clareza os princípios da agricultura orgânica, vantagens, desvantagens e discorreram sobre a preservação do meio ambiente. Não obstante, na apresentação do grupo 6, um aluno alegou que gostaria de ter conhecimentos mais aprofundados para resolver o problema, e afirmou que gostaria de inteirar-se mais sobre o tema. Alguns comentaram que se cada um evitasse comprar produtos com agrotóxicos, talvez a utilização desses produtos diminuísse. Outro aluno relatou que apenas com o trabalho proporcionado pelos pesquisadores é que ficou sabendo que o uso de agrotóxicos poderia afetar tanto assim o meio ambiente e a saúde das pessoas, atingindo inclusive fetos. Nenhum dos dois grupos conseguiu pesquisar sobre um exemplo de controle natural de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os agrotóxicos.

No momento VI, os pesquisadores conduziram o debate sobre as principais modelações de resolução utilizadas, as dificuldades enfrentadas e os conceitos fundamentais abordados. Um dos pesquisadores perguntou à turma se o uso de agrotóxicos era algo bom ou ruim. Os alunos, em uníssono, responderam que era ruim. O pesquisador continuou a arrazoar sobre as consequências da sua utilização e, em seguida, fez um apanhado acerca da RP, da apresentação feita pelos educandos e ponderou sobre as dificuldades e o que os alunos não conseguiram resolver nos problemas. Logo após, indagou se havia algum comentário que a turma quisesse fazer. Pela análise

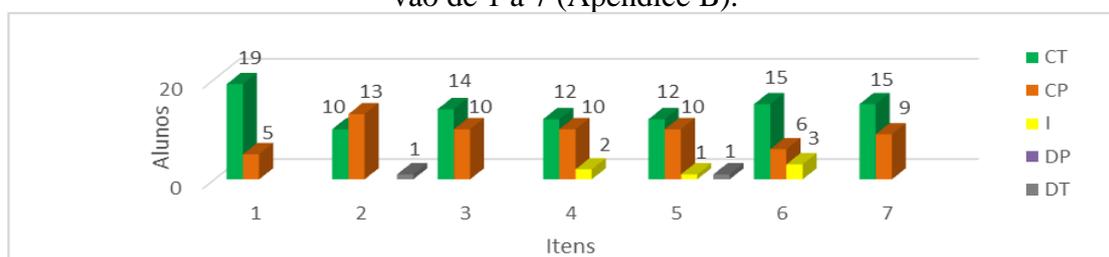
⁴¹ Sigla de diclorodifeniltricloroetano.

de conteúdo feita para elaboração deste trabalho, verificamos muitos comentários a respeito da gravidade do uso de agrotóxicos nos alimentos e os danos causados à saúde humana e ao meio ambiente. Percebemos também um grande interesse dos educandos a respeito de como fazer para tirar ou diminuir a quantidade de agrotóxicos nos alimentos comprados. No momento dos questionamentos, os docentes explicaram, fornecendo algumas dicas como: retirar as folhas externas das verduras, pois geralmente concentram mais agrotóxicos; descascar as frutas, uma vez que muitos resíduos concentram-se nas cascas e lavar as frutas, verduras e legumes em solução de água (1 litro) e vinagre (4 colheres) por 20 minutos para retirar algumas substâncias indesejáveis.

As avaliações dos estudantes a respeito da proposta que foi apresentada foram colhidas através das perguntas 1, 2 e 3 do questionário aplicado após o término da sequência didática. Todos os 24 participantes da pesquisa responderam ao questionário.

Na questão 1, foram apresentadas aos alunos algumas afirmativas que dizem respeito a habilidades, conceitos e capacidades que pretendíamos desenvolver ou aprimorar com a RP. Na Figura 10, mostramos o grau de concordância dos alunos com as afirmações apresentadas.

Figura 10: Grau de concordância dos alunos em relação às afirmações apresentadas nos itens que vão de 1 a 7 (Apêndice B).



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

A análise da Figura 10 permite afirmar que nos itens 1, 2, 3, 4 e 5, que dizem respeito ao desenvolvimento das habilidades de investigação, raciocínio, análise e classificação, respectivamente, a maioria dos alunos registrou respostas favoráveis à contribuição da RP para o seu aprimoramento. Tais habilidades são relevantes para se alcançar objetivos educacionais, como a educação científica para o exercício da cidadania (LIPMAN, 1995). Apesar de alguns itens apresentarem algumas respostas desfavoráveis à contribuição da metodologia, o resultado geral aponta para a efetividade da proposta de ensino no desenvolvimento das referidas habilidades, na opinião dos alunos. No item 6, 21 alunos concordaram com a contribuição da metodologia para o desenvolvimento da capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real; apenas três alunos ficaram indecisos nesse item. E no item 7, que diz respeito às impressões dos estudantes sobre a contribuição da metodologia para a aprendizagem de conhecimentos de Ciências da Natureza e a utilização da disciplina de Língua Portuguesa, todas

as respostas foram favoráveis à sua aplicação. Acreditamos que os resultados refletem o envolvimento e a participação dos alunos durante a atividade proposta, e o trabalho que foi realizado em grupo contribuiu para a formação dos alunos.

Na pergunta de número 2, solicitamos que os educandos comentassem a respeito do trabalho interdisciplinar realizado com professores de Química e Língua Portuguesa, aplicando a RP. A maioria dos comentários demonstra uma boa concordância da turma referente à atividade: “Foi bem melhor, a técnica de ensino da aula melhorou muito, deveriam aplicar mais vezes esse método”; “A aula foi um diferencial de outras disciplinas, tornou-se atraente”; “Foi interessante ter duas disciplinas dando aula do mesmo tema ao mesmo tempo”; “Na minha opinião, foi muito melhor de aprender”; “Inovador! Um fala, comenta e o outro reforça. É notável que o nosso método de aprendizagem é precário e coisas novas que têm como objetivo melhorar são sempre bem-vindas”; “Mais dinâmico e tive a percepção que realmente está tudo interligado”; “Gostei de trabalhar com este método de ensino”.

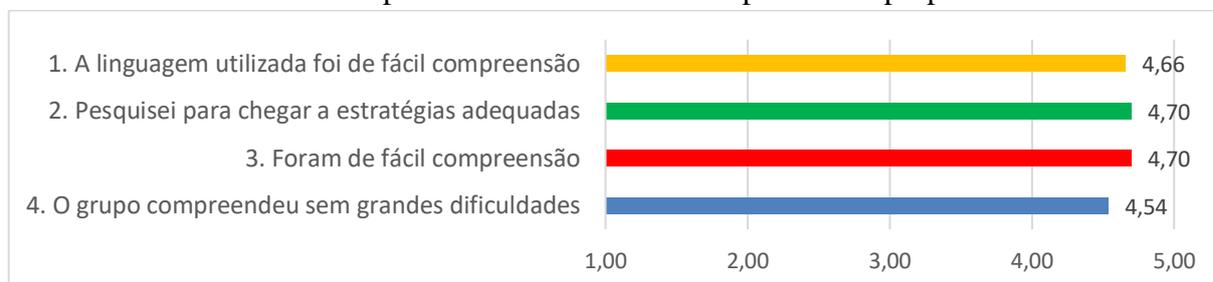
Evidenciamos que as colocações dos alunos corroboram os pressupostos que fundamentam nossa investigação quanto à perspectiva interdisciplinar (JAPIASSU, 1991), pois elas apontaram a importância de existir um trabalho em conjunto entre os professores das diferentes disciplinas, mas com objetivos convergentes.

A pergunta 3 do questionário estava diretamente ligada à aceitação da RP pelos alunos. Todos responderam que gostaram de trabalhar com o método e apresentaram justificativas como: “Sim, pois foi uma metodologia de forma organizada e produtiva”; “Gostei, pois me ajudou a raciocinar e trabalhar em equipe”; “Gostei do método de pesquisa, mais divertido que as aulas tradicionais”; “Sim, gostei porque esclarecem muitas dúvidas e nos deu conhecimentos”; “Sim, ainda mais organizados em grupos, interagimos mais e desenvolvemos várias habilidades”; “Gostei, porque dessa forma aprendi muito mais sobre o tema”; “Sim, pois nos faz pensar em soluções para o mundo e questioná-las”.

A questão 4 do questionário estava relacionada com a autoavaliação quanto ao método proposto, a RP. Essa questão solicitava o grau de concordância dos alunos, usando a seguinte escala: 1 = DT Discordo totalmente; 2 = DP Discordo parcialmente; 3 = I Indeciso; 4 = CP Concordo parcialmente; 5 = C Concordo. O cálculo do valor de concordância foi determinado através do somatório do número de vezes em que a opção foi marcada, multiplicado pela pontuação atribuída a ela, e dividido pelo número total de respondentes. Analisando o Gráfico 7, observamos que a maioria dos alunos concorda que os problemas foram de fácil compreensão, com uma linguagem acessível, no entanto, foi necessária a realização de pesquisas para a resolução dos

problemas e para chegarem a estratégias adequadas. A análise também demonstra que os estudantes não tiveram grandes dificuldades em compreender os problemas propostos sobre agrotóxicos.

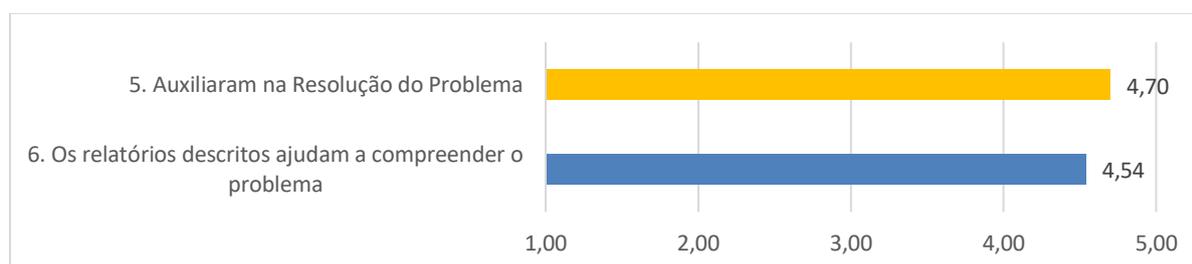
Gráfico 7: Opiniões dos alunos sobre os problemas propostos.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

Em relação às apresentações dos grupos e aos relatórios escritos, percebemos que a grande maioria dos alunos concorda que auxiliaram na Resolução do Problema e que os relatórios escritos ajudam a compreender o problema (Gráfico 8).

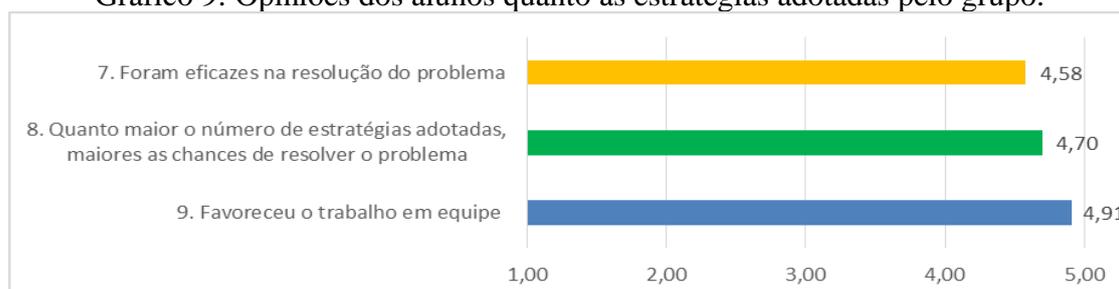
Gráfico 8: Opiniões dos alunos quanto às apresentações e relatório escrito.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

Quanto às estratégias adotadas pelo grupo, conforme mostrado no Gráfico 9, os grupos concordam que foram eficazes para a resolução dos problemas e quanto maior o número de estratégias adotadas, maiores as chances de sucesso na obtenção das soluções. Além disso, os estudantes acreditam que essas estratégias favoreceram o trabalho em equipe.

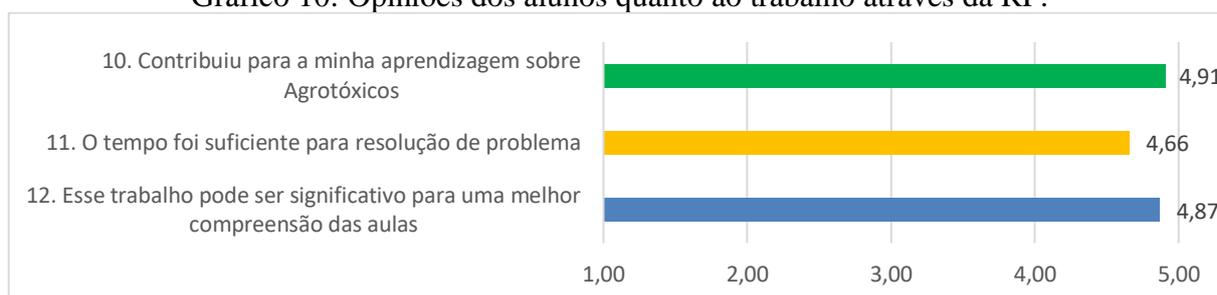
Gráfico 9: Opiniões dos alunos quanto às estratégias adotadas pelo grupo.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

O Gráfico 10 apresenta o grau de concordância dos alunos quanto ao trabalho através da RP. Conforme pode ser visualizado nesse gráfico, os alunos concordam que o trabalho contribuiu para a aprendizagem dos mesmos sobre a temática ambiental dos agrotóxicos. Consideram ainda que o tempo foi suficiente para a resolução dos problemas e que a metodologia utilizada nessa pesquisa contribuiu para a aprendizagem, podendo ser significativo para uma melhor compreensão dos alunos.

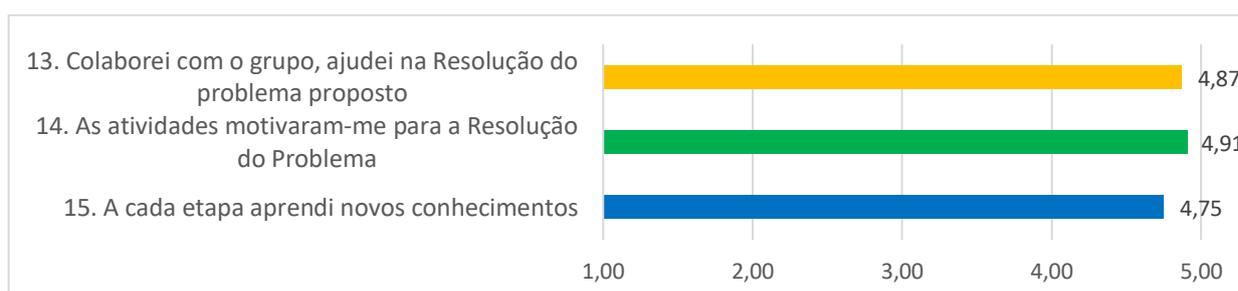
Gráfico 10: Opiniões dos alunos quanto ao trabalho através da RP.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

Em relação à autoavaliação dos estudantes, o Gráfico 11 mostra que estes colaboraram com os demais colegas de grupo, ajudando de forma ativa na resolução do problema proposto, e se sentiram motivados para solucionar a atividade sugerida. Além disso, consideraram que aprenderam novos conhecimentos durante as etapas da RP.

Gráfico 11: Opiniões dos alunos a respeito de sua conduta na aula sobre RP.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

As análises dos gráficos permitem afirmar que nos itens apresentados, praticamente todos os alunos registraram respostas favoráveis à contribuição da RP para o seu aprimoramento sobre o tema em questão e perceberam uma nova possibilidade de metodologia para um melhor entendimento de outras aulas. Assim sendo, entendemos que os resultados mostram que o trabalho que foi realizado em grupo contribuiu para a formação dos alunos, pois favoreceu a socialização de hipóteses e conhecimentos.

Da mesma forma, acreditamos que a sequência dos problemas propostos favoreceu a

discussão dos conteúdos de forma gradativa. Assim, compreendemos que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais relacionadas aos conhecimentos científicos trabalhados e, procedimentais, como a análise de referenciais bibliográficos, a confecção de relatórios e a defesa de ideias nas apresentações orais. Por conseguinte, entendemos que a metodologia aplicada neste trabalho possibilitou o estudo de uma temática relacionada às Ciências da Natureza de uma forma motivadora, dinâmica e reflexiva, de acordo, portanto, com os pressupostos da EJA.

Cabe ainda ressaltar que os livros didáticos, fontes de pesquisa para os alunos resolverem os problemas, afirmam que os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) amenizam os riscos de contaminação dos agricultores não se aprofundando em questões de intoxicação por agrotóxicos mesmo com a utilização de EPIs. Frente à sua extrema toxicidade, o uso de roupas de proteção não exclui os riscos para o aplicador, para a saúde humana e para o ambiente como um todo. Tomar cuidado é fundamental. Deve-se observar o horário de aplicação, o tempo, assim como a utilização de roupas que possam ser trocadas e lavadas; tomar banho com água corrente logo após a aplicação, não se alimentar durante a aplicação, observar os ventos, entre outros cuidados. De acordo com Veiga *et al.* (2007), em uma análise realizada a partir de dois casos: o primeiro em uma cultura de tomates em uma pequena comunidade rural brasileira, e o segundo em uma vinicultura na França, os EPIs usados nessas duas situações não protegeram, tampouco neutralizaram os perigos de contaminação por agrotóxico, conforme institui a legislação. Além disso, agravaram a contaminação dos trabalhadores rurais, uma vez que os EPIs acumulam diferentes tipos de produtos, havendo uma contaminação ainda maior. Segundo os autores, os procedimentos de limpeza expuseram os trabalhadores rurais a contaminações imediatas para aqueles que realizaram a limpeza, e mediatas, para os trabalhadores que mantiveram contato com o local onde a higienização foi realizada. Da mesma forma, os trabalhadores ainda se contaminaram ao vestirem e despirem EPIs contaminados.

Ademais, o substitutivo do Projeto de Lei de Flexibilização do uso de agrotóxico (PL 6299/02) prevê a mudança do nome agrotóxicos para defensivos fitossanitários (ANVISA, 2018). Acreditamos que a expressão em destaque traz em seu bojo a falsa sensação de segurança, o que poderia levar os consumidores a pensarem na disponibilidade de alimentos mais seguros para serem consumidos. Outrossim, o projeto retira da ANVISA a competência de realizar reavaliação toxicológica e ambiental desses produtos (ANVISA, 2018). A sugestão do substitutivo, que é de autoria do deputado Luiz Nishimori é de que não exista mais avaliação e classificação de produtos pelas áreas de saúde e meio ambiente, mas somente uma “homologação” de avaliação feita pelas empresas registrantes de produtos agrotóxicos (ANVISA, 2018). Além disso, o texto do

substitutivo prenuncia a centralização de competências de registro, normatização e reavaliação de agrotóxicos no Ministério da Agricultura, afastando os órgãos federais da saúde e do meio ambiente dessas funções previstas na atual Lei dos Agrotóxicos (BRASIL, 2002b). No entanto, como já citado em nossa pesquisa, a sua utilização não acarreta danos apenas na agricultura, mas também afeta a saúde humana, os animais e o meio ambiente. Portanto, a competência de avaliação dos riscos ocasionados a essas áreas deve ser exercida pelos órgãos correspondentes.

7.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos, tanto pelas observações dos pesquisadores como pela fala e respostas dos alunos, que a RP contribuiu para um melhor entendimento sobre a temática ambiental de agrotóxicos e também para sua formação como cidadãos. Constatamos um interesse muito grande por parte do grupo discente em relação ao que estava sendo apresentado. Esse interesse mostrou-se por intermédio da atenção dispensada pelos estudantes no momento em que os pesquisadores apresentavam as informações, assim como através dos diversos questionamentos realizados pelos educandos acerca da proposta pedagógica desenvolvida. O mesmo ocorreu durante a resolução dos problemas apresentados, pois os pesquisadores observaram todos os grupos trabalhando, tentando solucionar o problema, trocando ideias entre si, cada elemento do grupo dando a sua contribuição, relatando fatos de sua própria vivência. Notamos que os problemas os envolveram, pois faziam parte da sua realidade e, ao tentarem resolvê-los, estavam buscando uma solução para o bem comum de todos ali presentes e de sua comunidade.

Após a análise do questionário apresentado, observamos o quão produtivo foi o trabalho realizado, uma vez que a grande maioria dos implicados garantiu que a RP é uma metodologia diferenciada e que contribuiu para a aprendizagem sobre os agrotóxicos, sendo significativo para uma melhor compreensão do conteúdo que lhes foi apresentado.

Assim sendo, acreditamos que a RP seja adequada para que os estudantes aprendam a aprender, pois é uma metodologia centrada no aprendiz, incitando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Com essa metodologia, pudemos analisar uma situação de sala de aula real, abarcando a RP, a qual foi conduzida unicamente por pesquisadores no ambiente ao qual pertencem os sujeitos deste estudo, uma escola pública de Porto Alegre, sem que este fosse modificado por agentes externos, uma vez que os próprios pesquisadores são professores dos sujeitos deste trabalho.

Observamos que os alunos adquiriram consciência sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar no decorrer das etapas da pesquisa sobre RP, relacionando esse assunto

com aspectos éticos, sociais, políticos, econômicos, que fazem parte da realidade em que estão inseridos. Ao mesmo tempo, foi possível construir conceitos das Ciências da Natureza associados aos da Língua Portuguesa e tornar o estudo sobre agrotóxicos relevante e motivador. Dessa forma, podemos dizer que a metodologia apresentou convergência com os propósitos da EJA (BRASIL, 1996).

7.7 REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Agrotóxicos:** Anvisa é contrária ao PL6299/02. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/noticias//asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/agrotoxicos-anvisa-e-contraria-aopl629902/219201/pop_up?_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_viewMode=print&_101_INSTANCE_FXrpx9qY7FbU_languageId=pt_BR>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei Federal nº 9.394. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Brasília, 20 de dezembro de 1996. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm>. Acesso em: 11 abr. 2019.

BRASIL. **Lei n. 9795, de 27 de abril de 1999a.** Dispõe sobre a educação ambiental. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 11 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais:** ensino médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999b.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio:** orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002a.

BRASIL. Casa Civil. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002b.** Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília, DF: Casa Civil, 2002. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 15 ago. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio.** Volume 2. Brasília: MEC/SEB, 2006.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações.** São Paulo: Cortez, 2006. 120p.

DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade:** Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR. 2000, 310f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná/ParisVII, Curitiba, 2000.

ECHEVERRÍA, M. P. P.; POZO, J. I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13-42.

FREIRE, P. **Educação e Mudança.** 12 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1979. 46p.

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

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

GOI, M. E. J. **A construção do conhecimento químico por estratégias de resolução de problemas**. 2004. 151f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2004.

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

JAPIASSU, H. P. In: Fazenda, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: um projeto em parceria**. 3. ed. São Paulo: Loyola, 1991. 119p.

LAUDAN, L. **Progress and its problems**. Towards a Theory of Scientific Growth. London: Routledge & Kegan Paul. 1977. 257p.

LIPMAN, M. **O Pensar na Educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

LOUREIRO, C. F.; TORRES, J. R. **Educação Ambiental: dialogando com Paulo Freire**. São Paulo: Cortez, 2014. 180p.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986. 99p.

MIRANDA, A. C.; MOREIRA, J. C.; CARVALHO, R.; PERES, F. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Manguinhos, Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, v. 12, n. 1, p. 7-14, jan./mar. 2007.

MORIN, E. **Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios**. São Paulo: Cortez, 2002. 102p.

PERES, F.; MOREIRA, J. C. É veneno ou é remédio? Agrotóxicos. In: **Saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. 384p.

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

POZO, J. I.; CRESPO, G. A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.

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

RIBEIRO, D. C. A. **Problemas ambientais causados por agrotóxicos: uma proposta de formação de professores de química viabilizando a metodologia da resolução de problemas**. 2016. 134 f. Dissertação (Mestrado em Química) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SAVIANI, N. **Saber escolar, currículo e didática: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico**. 4. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano: ciências da natureza e matemática ensino médio: educação de jovens e adultos**. 1. ed. São Paulo: Global. 2013. 510p.

SILVA, C. R.; GOBBI, B. C.; SIMÃO, A. A. O uso da análise do conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 70-81, 2005.

SOARES, M. T. C.; PINTO, N. B. Metodologia da resolução de problemas. *In*: REUNIÃO ANPED, 24., 2001. **Anais eletrônicos** [...] Caxambu, 2001. p. 1-9.

VIEGA, M. M. et al. A contaminação por agrotóxicos e os equipamentos de proteção individual (EPIs). **Revista Brasileira de Saúde ocupacionais.**, v. 32, n. 116, p. 57-68, dez. 2007.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookmam. 2001. 200p.

ZARBIN, P.; RODRIGUES, M.; LIMA, E. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 722-731, abr., 2009.

Capítulo 8

*A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO TÉCNICO
EM QUÍMICA: A TEMÁTICA AMBIENTAL AGROTÓXICOS*

A autonomia é essencial para que se construa uma sociedade democrática, criando, da mesma forma, condições de participação política, na qual os cidadãos tenham vez e voz, expressem o que desejam e que tipo de sociedade é melhor tanto individual como coletivamente.

FREIRE, 2000.

A metodologia da resolução de problemas no ensino técnico em química: A temática ambiental agrotóxicos⁴²

Problem-based learning in chemical technician education: the environmental issue of pesticides

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro⁴³

Camila Greff Passos⁴⁴

Tania Denise Miskinis Salgado⁴⁵

Resumo: Este trabalho apresenta a análise de uma investigação sobre a aplicação da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino Técnico em Química. Este estudo tem como finalidade examinar as maneiras de aporte da sequência pedagógica implementada para o desenvolvimento de aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais referentes às questões ambientais relacionadas aos agrotóxicos. A pesquisa foi realizada em uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre, tendo como participantes 29 alunos do Curso Técnico em Química. Foram criados três problemas que abordavam enfoques distintos sobre agrotóxicos os quais foram solucionados pelos alunos. Os dados foram obtidos através da análise do Diário de Campo dos pesquisadores, questionários e a gravação do áudio da aula em que os alunos vivenciaram a Resolução de Problemas. Os resultados evidenciaram que a sequência pedagógica utilizada favoreceu aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais relacionadas à Resolução de Problemas e os problemas ambientais que os agrotóxicos podem ocasionar.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Ensino Técnico em Química. Educação Ambiental. Agrotóxicos.

Abstract:

In this article, we present the analysis of a problem-solving exercise in a chemical technician course. This study examines the contributions of the teaching-learning sequence when implemented for the development of conceptual, procedural and attitudinal learning, focusing on environmental issues related to pesticides. The research was carried out in a public school in the city of Porto Alegre, Brazil, with 29 students of the chemical technician course. The students solved problems created to address different approaches on pesticides. Data were obtained through the analysis of researchers' field diaries, questionnaires and audio recording of the class in which the students employed the problem-solving approach. The results showed that the teaching-learning sequence favored conceptual, procedural and attitudinal learning related to problem solving and the environmental problems that pesticides can cause.

Keywords: Problem-Solving. Technical Education in Chemistry. Environmental Education. Pesticides.

⁴² Artigo submetido, na sua versão em língua inglesa, para publicação no Journal of Chemical Education, ISSN 1938-1328.

⁴³ Doutorando em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialista em Educação Ambiental (Senac), graduado em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁴⁴ Doutora em Educação Química e mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e licenciada em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Educação Química.

⁴⁵ Doutora em Ciências com Área de Concentração Física Experimental, Mestre em Engenharia de Materiais e Bacharel em Química, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

8.1 INTRODUÇÃO

O presente artigo faz parte de uma investigação em andamento para compor uma tese de Doutorado, cujo principal objetivo é analisar as formas de contribuição de uma sequência pedagógica implementada, utilizando a metodologia da Resolução de Problemas (MRP) tendo em vista o desenvolvimento das principais tipologias de aprendizagem (ZABALA, 1998) relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos de diferentes etapas e modalidades da Educação Básica (EB) (RIBEIRO; PASSOS; SALGADO, 2018, 2019a, 2019b) a respeito dessa problemática ambiental. Esses trabalhos científicos aplicados possuem os mesmos objetivos, entretanto, com discussões e enfoques teóricos diferentes, de acordo com cada etapa de desenvolvimento dos sujeitos da pesquisa. Neste estudo, apresentaremos a análise da etapa da pesquisa realizada sobre a utilização da MRP no Ensino Técnico em Química, nível médio, contextualizando a temática agrotóxicos, com situações-problema específicas e discussões direcionadas para esse nível e modalidade da EB.

O profissional com formação de Técnico em Química é habilitado científica e tecnologicamente para atuar em laboratórios de química e microbiologia, no controle e monitoramento de processos industriais da área de Química, no controle de qualidade de matérias-primas e produtos e na prestação de serviços técnicos, respeitando normas de segurança e proteção ambiental, atuando com postura ética e profissional (MATSUMOTO; KUWABARA, 2005). Além disso, necessita entender a Química do meio ambiente para melhorar a qualidade de vida do nosso planeta através do desenvolvimento sustentável (AZEVEDO; POMPÊO, 2005).

Concernente ao nosso tema ambiental de pesquisa, sabemos que as indústrias têm investido amplamente na produção de produtos químicos com o objetivo de serem utilizados nas lavouras. Dessa forma, as indústrias criaram uma variada gama de herbicidas, inseticidas, fungicidas etc. Esses produtos também recebem a denominação de agrotóxicos, que podem ser caracterizados como produtos designados à utilização nos setores de produção, armazenagem e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, em ambientes urbanos, hídricos e industriais, com o intuito de modificar a composição da flora e da fauna, com o propósito de preservá-las da ação “danosa” de seres vivos considerados nocivos (PERES; MOREIRA, 2003; SANTOS; MÓL, 2013).

Pensando nessa problemática ambiental, nas competências que o profissional Técnico em Química deve ter e em uma metodologia capaz de favorecer o processo de ensino e aprendizagem, realizamos um trabalho interdisciplinar (JAPIASSU, 1991) entre Química e Língua Portuguesa, em um curso Técnico em Química, tendo como metodologia a Resolução de Problemas,

contextualizando nosso trabalho com a temática ambiental agrotóxicos. O objetivo desta pesquisa é avaliar as formas de contribuição da sequência didática implementada para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, para alunos de um curso Técnico em Química, relacionados com os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar.

8.2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para Zabala (1998), a função da escola é promover a formação integral dos educandos. Segundo esse autor, é na escola, por intermédio das experiências vividas, que se determinam os vínculos e as condições que definem as concepções pessoais acerca de si e dos demais. O estudioso apresenta-nos o que denomina conteúdos da aprendizagem cujos significados remetem para além da questão de ensinar, encontrando sentido na questão sobre por que ensinar. Assim sendo, esses conteúdos assumem o papel de envolver todas as dimensões do aprendiz. O autor define as tipologias de aprendizagem da seguinte maneira: factual e conceitual (O que se deve aprender?), procedimental (O que se deve fazer?) e atitudinal (Como se deve ser?). No que diz respeito à concepção de aprendizagem, Zabala assevera que não é possível ensinarmos sem nos atermos às referências de como os educandos aprendem, alertando-nos para as particularidades dos processos de aprendizagem de cada aluno, ou seja, da diversidade dos mesmos. Para o autor, o processo de aprendizagem é favorecido com atividades nas quais os novos conteúdos de aprendizagem se relacionem substantivamente com os conhecimentos prévios; promovam uma forte atividade mental que favoreça essas relações; outorguem significado e funcionalidade aos novos conceitos e princípios; supunham um desafio ajustado às possibilidades reais etc. Trata-se de ações formativas que beneficiam o entendimento do conceito com o objetivo de utilizá-lo para a interpretação ou conhecimento de situações, ou para a constituição de novas ideias (ZABALA, 1998).

Haja vista a etapa da EB que investigamos nesta pesquisa, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio (DCNs), definem que os cursos da Educação Profissional devem proporcionar formação mais polivalente e ampla para o profissional técnico, visando desenvolver nesse estudante habilidades e competências fundamentais para seu futuro profissional, tais como: capacidade de raciocínio, autonomia intelectual, pensamento crítico, iniciativa própria e espírito empreendedor, bem como capacidade de visualização e resolução de problemas (BRASIL, 2012).

Assim sendo, constata-se a necessidade de abordar a educação química, dando ênfase ao processo de ensino e aprendizagem de maneira crítica e contextualizada, relacionando o ensino

aos acontecimentos do cotidiano dos aprendizes, para que estes possam compreender a importância socioeconômica da Química, numa sociedade desenvolvida, no que tange ao sentido tecnológico (TREVISAN; MARTINS, 2006).

Para tanto, defendemos uma Educação Ambiental (EA) crítica, que deve incentivar a formação do cidadão crítico, capacitado a realizar reflexões sobre seu mundo e a interferir no mesmo. A tendência crítica, transformadora e emancipatória de EA, segundo Loureiro (2004), é definida como possuidora de atitude reflexiva perante os desafios que a crise civilizatória nos coloca, partindo do princípio de que o modo como vivemos não atende aos anseios de todos e que é preciso criar novos caminhos.

Levando em conta essas considerações e a complexidade de alguns conceitos químicos, entendemos a necessidade de um processo de ensino no qual o aluno possa aprender a aprender e que se torne protagonista desse processo. Nesse sentido, acreditamos que um dos métodos de ensino capaz de melhor contribuir para o aprendizado dos alunos é a MRP. Alguns autores consideram que esse método incentiva os educandos no que diz respeito às pesquisas por investigação com destaque para o engajamento social, tendo em vista o trabalho em grupo, possibilitando, da mesma forma, a discussão por intermédio da comunicação e da argumentação (GOI; SANTOS, 2009; LIMA et al., 2017). Nessa proposição didática, os alunos são instigados a analisar as ideias e a apresentar atividades que estimulem a discussão e o debate acerca do funcionamento das coisas, criando soluções para aspectos distintos de um problema contextual que, na maioria das vezes, distingue-se de modelos tradicionais. Os problemas propõem conteúdos abrangentes com questões abertas e sugestivas, oportunizando ao aprendiz a construção do seu conhecimento através de suas próprias habilidades (LIMA et al., 2017; VILCHES; GIL-PÉREZ, 2007).

Pesquisas desenvolvidas no ensino técnico apontam que a vivência da perspectiva investigativa no contexto de sala de aula, como o trabalho com a resolução de situações-problema, é capaz de motivar o aprendiz no desafio de produzir o próprio conhecimento nos processos de ensino e aprendizagem (GUIMARÃES; DORN, 2014). Nesse contexto, ao lidar com problemas contextualizados com suas próprias realidades, e não apenas de lápis e papel, os estudantes poderão exercitar seu espírito reflexivo e crítico, importante para o exercício de sua futura profissão, quando terão de identificar eventuais problemas e solucioná-los (GUIMARÃES; DORN, 2014).

Essa construção de conhecimento pode ser diretamente relacionada com o desenvolvimento da autonomia dos alunos. Freire (2000) afirma que o princípio da autonomia está relacionado à maneira pela qual o homem, dialogicamente, obtém a viabilidade de conduzir o rumo de sua própria história, atribuindo para si um caráter crítico, reflexivo. Isso ocorre, segundo

pressupostos do conceito freireano de autonomia, por intermédio da educação na qual o indivíduo encontrará sua real emancipação.

Em consonância com Freire (2000), autonomia é a capacidade e a liberdade de construir e reconstruir o que lhe é ensinado. Embora sendo o conceito de liberdade um tema relevante, Freire não ignora a importância do professor, cujo papel, em sua visão, não é o de transmitir conhecimento, mas o de criar possibilidades para que os alunos produzam ou construam seu próprio conhecimento. Paulo Freire (2000), em seus estudos, defende uma pedagogia que oportunize ao indivíduo autonomia. O estudioso era convicto de que a educação libertadora antecede o desenvolvimento da capacidade do sujeito de elaborar suas próprias representações do mundo, de pensar estratégias para resolução de problemas, assim como aprender a compreender-se como sujeito da história.

Para Freire (2000), a autonomia é essencial para que se construa uma sociedade democrática, criando, da mesma forma, condições de participação política, na qual os cidadãos tenham vez e voz, expressem o que desejam e que tipo de sociedade é melhor tanto individual como coletivamente. Para se chegar à autonomia, alguns fatores estão envolvidos, tais como: o papel do educador e do educando, a consciência da incompletude, a importância da pesquisa. Assim sendo, esses fatores acabam resultando tanto na autonomia do discente quanto do docente.

Desta forma, compreendemos que a perspectiva de Freire (2000) incita a utilização de metodologias investigativas, pois uma das grandes lacunas da educação formal é fato de os alunos praticamente não serem estimulados a pensarem autonomamente.

8.3 METODOLOGIA

A abordagem qualitativa, muito utilizada no contexto educacional, será destacada neste artigo, assim como o Estudo de Caso para a coleta de dados. O método de Estudo de Caso possibilita um estudo empírico de um contexto único e bem delimitado, que engloba planejamento, técnicas de coleta de dados variadas e suas análises (BODGAN; BIKLEN, 1994). O Estudo de Caso descrito neste trabalho foi desenvolvido com 29 alunos das três etapas do curso técnico em Química, turno noturno, de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Todos os participantes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os dados foram produzidos através de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998) dos pesquisadores, das produções escritas produzidas pelos educandos, da aplicação de questionário e da gravação do áudio da aula, para posterior análise de conteúdos. A análise de

conteúdo se caracteriza como um dos procedimentos clássicos para interpretar materiais textuais (BARDIN, 2010).

Nesta investigação, tendo estudantes do curso técnico em Química como sujeitos da pesquisa, analisamos uma experiência da utilização da MRP, contextualizando a temática agrotóxicos, sua definição, finalidade, consequências, características químicas e alternativas de substituição. Os educandos vivenciaram a MRP no auditório da escola, em um único encontro de cinco períodos contínuos, para evitar a entrada e saída de alunos, de modo que todos participaram de todas as etapas do estudo. Utilizamos uma sequência pedagógica que compreendeu seis etapas:

I) Introdução dos alunos ao tema, por intermédio de trechos de dois vídeos de motivação (“O Veneno está na mesa 1” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=fnyZwI7022I> e “O Veneno está na mesa 2” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=fyvoKljtvG4>) e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos; **II)** Organização das equipes de trabalho em cinco grupos de cinco pessoas e um grupo de quatro pessoas, seguida da leitura e análise dos problemas, que foram apresentados no decorrer da discussão do presente trabalho; **III)** Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta, que incluíram o livro didático das Ciências da Natureza e Matemática da Educação de Jovens e Adultos (SCRIVANO et al., 2013), os três volumes do livro didático de Química (SANTOS; MÓL, 2013) e o volume número dois de outra obra didática de Química (FONSECA, 2013), livros indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático para as escolas de Ensino Médio; **IV)** Elaboração das apresentações com as resoluções; **V)** Plenária de apresentação das resoluções; **VI)** Debate coletivo, no qual os professores pesquisadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

Os três problemas elaborados pelos pesquisadores abordaram a temática ambiental agrotóxicos. Optamos por elaborar três problemas semiabertos e qualitativos (POZO; CRESPO, 1998) com o objetivo de aprofundar o estudo dos conteúdos envolvidos na temática agrotóxicos. Os três problemas utilizados pelos autores na pesquisa estão listados a seguir:

Problema 1: Apesar de toda a evolução da aplicação química na agricultura, um grande problema continua a ameaçar a população mundial: a fome. Dois terços da população planetária, cerca de 856 milhões de pessoas, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), continuam sem ter acesso à alimentação básica para seu sustento. Além desse problema, outro aflorou na segunda metade do século passado: a degradação do meio ambiente. O cultivo extensivo de monoculturas exigiu o uso indiscriminado

de fertilizantes e de agrotóxicos, os quais são responsáveis por grandes alterações no ecossistema, poluindo o solo, contaminando a vida silvestre e a água, além de provocar graves problemas de saúde às pessoas. Você é Técnico em Química e tem como objetivo analisar a quantidade de substâncias tóxicas que estão presentes nos agrotóxicos para, posteriormente, estudar os problemas ambientais que essas substâncias químicas podem causar. Em seus estudos, você está examinando o DDT e suas consequências e verifica que há vestígios de DDT até em focas e pinguins da Antártica, região em que este não foi usado. Explique como os pinguins e as focas podem ter sido contaminados na Antártica. Investigue, também, quais os problemas ambientais (incluindo os danos à saúde) que o DDT e outros agrotóxicos podem causar. Além disso, diante do grande potencial de contaminação dos agrotóxicos, fale sobre os cuidados que o agricultor deve ter ao utilizar essas substâncias químicas.

Problema 2: A exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição das áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além de que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante desse quadro, surge o grande desafio sobre como conciliar produção de alimentos com preservação ambiental. Esse é um debate que suscita dúvidas e posições polêmicas, sobre as quais devemos buscar alternativas. O conhecimento químico tem sido fundamental para esclarecer muitos desses pontos e fornecer subsídios técnicos importantes que devem ser levados em conta com aspectos econômicos, sociais políticos e ambientais na busca de melhores alternativas. Nesse contexto, é fundamental usar técnicas agrícolas que ofereçam manutenção e conservação do solo. A preocupação exagerada com o rendimento financeiro tem provocado práticas agrícolas muito agressivas ao ambiente. Assim, hoje, uma nova consciência precisa ser desenvolvida, a da produção comprometida com o menor impacto ambiental. Busque informações e descreva 4 classes de agrotóxicos, suas características gerais e o uso de cada uma delas. Escreva a estrutura química dos agrotóxicos pesquisados e identifique os grupos funcionais presentes nessas estruturas. Pesquise sobre alternativas para o cultivo da agricultura sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso.

Problema 3: Agricultura sustentável pode significar uma agricultura que seja socialmente justa, economicamente viável e ecologicamente equilibrada. Por exemplo, pela implementação de sistemas agroflorestais; a adoção do sistema de rodízio de culturas (quando os nutrientes do solo se tornam insuficientes para determinada lavoura, planta-se outra espécie e, assim, diminui-se o uso de fertilizantes); ou a utilização de inseticidas biológicos (espécies de bactérias ou de insetos que combatem insetos nocivos sem prejudicar a planta). Práticas como essa foram incorporadas pela agricultura orgânica. Agricultura é fonte de desenvolvimento. Reconhecer o valor da

natureza e de sua biodiversidade implica buscar o uso sustentável desses recursos. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. O cultivo sem o uso de agrotóxicos é o único critério utilizado para definir se um alimento é ou não “orgânico”? Explique.

Após o término da sequência didática, para o fechamento das atividades, aplicamos um questionário com o objetivo de avaliarmos a contribuição da MRP na compreensão dos conteúdos e conhecimentos sobre agrotóxicos pelos alunos. Como o desenvolvimento da atividade aconteceu em um encontro contínuo, os vinte e nove alunos responderam ao questionário (Apêndice B).

8.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de introduzir a atividade proposta e motivar os educandos para a temática ambiental agrotóxicos relacionado à MRP, o professor de Química (PQ) indagou os estudantes sobre o que são agrotóxicos. Conforme anotações feitas no Diário de campo, um aluno respondeu que agrotóxicos são produtos adicionados às plantações para acelerar ou aumentar a produção e deixar o produto mais “bonito” ao consumidor. Outro estudante afirmou que agrotóxicos são venenos utilizados no meio ambiente para combater pragas na agricultura. Outro questionamento foi lançado aos presentes pelo professor de Português (PP) que indagou se eles acreditavam que os agrotóxicos são bons para os seres humanos e para o meio ambiente, justificando suas respostas. Bastante motivados, os alunos rapidamente levantaram as mãos para participarem da discussão. Uma aluna comentou que os agrotóxicos não são bons nem para os seres humanos nem para o meio ambiente, pois trata-se de um veneno nocivo à saúde mesmo em concentrações baixas, já que o uso contínuo é grande e os agrotóxicos são utilizados em todos os alimentos produzidos em lavouras e estufas para se obter uma melhor qualidade no alimento, mas, em contrapartida, segundo essa estudante, há uma piora na saúde humana. A próxima resposta veio de um educando que disse que os agrotóxicos não são bons, uma vez que contaminam o alimento, o solo, o trabalhador, a flora e, conseqüentemente, a fauna, a hidrografia etc. Outra contribuição foi defendida por um aluno que argumentou que não era possível responder à questão visto que não possuía suficientes dados para isso, por desconhecer informações relativas à quantidade de toxinas utilizadas, qual a toxina empregada. O PQ interrompeu a discussão para lançar mais um questionamento, perguntando se as plantas eram mais saudáveis com ou sem agrotóxicos. Uma aluna assegurou que sem agrotóxicos as plantas eram mais saudáveis, pois não tendo aditivos químicos não fazem mal à saúde. Outro aluno explicou que com os agrotóxicos os alimentos são mais saudáveis, porque evitam o ataque de insetos. Um aluno contestou, assegurando que os

agrotóxicos contaminam o alimento que, por sua vez, contaminam o ser humano ao consumi-lo e quando empregados contaminam o solo, a água, voltando a contaminar os seres humanos e os animais.

Observamos nessa discussão inicial sobre a temática agrotóxicos que alguns alunos entendem que essas substâncias químicas são venenos e podem prejudicar o meio ambiente, inclusive a saúde dos seres vivos. Entretanto, outros estudantes ainda não percebem o grande potencial poluente que os agrotóxicos podem ter nas diferentes matrizes ambientais (PERES; MOREIRA, 2003).

Sabemos que os agrotóxicos são utilizados em abundância impulsionados pelo agronegócio e esse exagero em sua utilização causa prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana (PERES; MOREIRA, 2003). Assim sendo, um trabalho de conscientização na EB faz-se necessário para alertarmos nossos alunos sobre os riscos que corremos consumindo alimentos com altas doses de agrotóxicos, conforme comprovam pesquisas sobre o assunto, assim como os malefícios que essas substâncias químicas acarretam ao meio ambiente e aos animais (SCRIVANO et al., 2013; SANTOS; MÓL, 2013; FONSECA, 2013).

Nesse contexto, percebemos como a conscientização sobre o real perigo que os agrotóxicos podem causar no meio ambiente pode ser relevante para esses futuros técnicos em Química, já que esses profissionais devem estar sempre preocupados com a preservação do meio ambiente. Dessa maneira, uma das competências fundamentais que esses trabalhadores devem ter é atuarem com responsabilidade ambiental e em conformidade com as normas técnicas, as normas de qualidade e de boas práticas de manufatura e de segurança (AZEVEDO; POMPÊO, 2005).

Terminada essa discussão, a qual mostrou grande interesse e participação por parte dos estudantes, o PQ, por intermédio de PowerPoint, começou a explicar o assunto a ser tratado, qual seja: “Agrotóxicos e Resolução de Problemas”.

A seguir, descreveremos como ocorreram as etapas de aplicação da estratégia metodológica, dando-se ênfase a uma análise qualitativa das observações registradas pelos pesquisadores.

Etapa I: Após as explicações necessárias para a continuidade da pesquisa, o PQ comunicou ao grupo que apresentaria alguns trechos pré-selecionados pelos pesquisadores de dois vídeos. O primeiro intitulado “O Veneno Está na Mesa I” e o segundo vídeo “O Veneno Está na Mesa II”, os quais ilustrariam alguns tópicos referentes aos agrotóxicos e os problemas ambientais que eles podem causar.

Etapa II: Durante a apresentação dos vídeos, os estudantes mostraram-se bastante interessados e atentos às informações trazidas pelos documentários. Terminada a projeção, o PQ

esclareceu a respeito da utilização de alguns agrotóxicos mostrados no filme. Em seguida, solicitou que os educandos se reunissem em 5 grupos de 5 componentes e 1 grupo de 4 alunos. Dessa forma, organizou os grupos da seguinte maneira: aos grupos 1 e 2 foi atribuído o problema 1; aos grupos 3 e 4 foi entregue o problema 2 e aos grupos 5 e 6 foi dado o problema 3. Os registros no Diário de Campo e análise dos áudios mostraram que os grupos não apresentaram dificuldades quanto à compreensão dos enunciados e que buscaram as informações nos materiais indicados pelos pesquisadores.

Etapa III: Discussão em grupo. Enquanto os educandos, em seus grupos, liam os problemas a eles propostos, observamos uma total atenção e interesse pela tarefa solicitada, uma vez que após a leitura, discutiam, trocavam ideias, além de relatarem experiências pessoais relacionadas às questões as quais estavam tentando solucionar. À medida que os alunos trabalhavam, os pesquisadores auxiliavam os grupos em suas dúvidas, dando-lhes os esclarecimentos necessários para lograrem êxito em sua tarefa. Agindo dessa maneira, o docente cumpre um papel primordial, ou seja, o de agir como orientador do processo de construção do conhecimento, permitindo uma interação maior entre docente e discente e beneficiando o processo de ensino e aprendizagem (VILCHES; GIL-PÉREZ, 2007).

Essa concepção é convergente com outros apontamentos do nosso referencial teórico (ZABALA, 1998; FREIRE, 2000). O papel ativo do professor favorece que o aluno também desenvolva autonomia na tomada de decisões e na solução de variados problemas que surgirão no seu dia a dia. Um estudante que possui autonomia é um indivíduo proativo o qual é capaz de solucionar mais fácil e adequadamente um problema, tanto os dentro da escola quanto os fora do contexto educacional, aprendendo a ser crítico no que se relaciona ao que pensa e ao que produz (FREIRE, 2000; LOUREIRO, 2004). No desenvolvimento da autonomia, o educando, conjuntamente com o professor e/ou seus colegas, vai-se responsabilizando por sua aprendizagem. Dessa maneira, o educando deve aprender a organizar-se, desenvolvendo métodos de estudo, tais como: tomar notas, pesquisar em materiais de apoio, elaborar relatórios etc. Além disso, precisa gerir seu tempo, definindo prioridades na realização das tarefas propostas, ser reflexivo, crítico frente ao problema dado, testando soluções e realizando escolhas; utilizar os materiais disponíveis, assim como fontes diversas de informação.

Etapa IV: Elaboração das resoluções dos problemas pelos grupos. Todos os grupos produziram relatórios escritos e fizeram uma apresentação oral, expondo suas resoluções.

Etapa V: Plenária de apresentação das resoluções. A análise a seguir foi feita a partir do áudio das apresentações dos grupos, anotações no diário de campo e análise dos relatórios com as resoluções dos problemas. O problema 1 foi solucionado pelos grupos 1 e 2. O grupo 1 não falou

sobre os problemas de saúde que os agrotóxicos podem causar, mas no geral apresentou uma resolução coerente, pois se deteve nos outros pontos do problema adequadamente. Essa apresentação gerou uma entusiasmada discussão por parte de um aluno do grupo que, inicialmente, defendia o uso de agrotóxicos em algumas ocasiões, mas de maneira controlada.

O PQ interveio e questionou o estudante se para ele o uso de agrotóxicos em algumas ocasiões seria bom. O educando respondeu que em algumas situações seria bom e citou o exemplo de quando teve de cuidar da fazenda do tio num período em que esse parente esteve doente. Afirmou que os animais estavam com um surto de carrapato e verminose. Conforme o aluno, os funcionários da fazenda já haviam utilizado diversos tipos de defensivos, mas nada resolvera o problema. Assim sendo, relatou que fez uma pesquisa sobre o assunto, continuou a passar os defensivos nos animais, contudo fez manejo de pastagem, descobriu o ciclo do carrapato e começaram a realizar várias ações para o combate dos carrapatos. Descobriu que não era feita a limpeza de todo o rebanho e, por isso, uns contaminavam os outros. De acordo com o estudante, devido a essas ações utilizou-se menos veneno do que se usava antes e, a partir disso, começou a entregar boi para o frigorífico com sanidade 100%. Em conformidade com o que narrou, não se baseou em apenas uma parte do conhecimento para resolver o problema. Afirmou que foi multidisciplinar como os pesquisadores e cada área do conhecimento deu sua contribuição até que se conseguiu criar um sistema que diminuiu o uso de defensivos e, em consequência, sua utilização ficou em níveis mais controláveis.

Entretanto, no decorrer da apresentação, das discussões realizadas com o grande grupo e das intervenções dos pesquisadores, esse aluno conseguiu perceber que uma Agricultura sustentável, sem o uso de agrotóxicos, seria melhor que outras utilizando essas substâncias mesmo em pequenas quantidades. O grupo 2 resolveu todos os itens do problema satisfatoriamente. Coube aos grupos 3 e 4 solucionar o problema 2. Ambos os grupos desenvolveram, de maneira adequada, as resoluções e não tiveram dificuldades em solucionar o problema. Os grupos 5 e 6 trabalharam com o problema 3 e propuseram resoluções completas e pertinentes de acordo com os objetivos do problema.

Etapa VI: Debate coletivo. Nessa etapa, os pesquisadores iniciaram uma discussão com os grupos, questionando-os sobre as possíveis dificuldades trazidas por uma metodologia nova para eles. Em geral, os educandos aprovaram a MRP, pois os fez pensar, refletir sobre determinada questão, tendo eles de ouvir a opinião de outros componentes do grupo e chegar a um consenso. A partir daí os pesquisadores reviram os conceitos fundamentais tratados durante toda a investigação. Da mesma maneira, retomaram, por intermédio de perguntas condutoras feitas à turma, as consequências danosas da utilização de agrotóxicos. Além disso, os docentes retomaram

as apresentações realizadas, identificando aspectos positivos e aspectos que poderiam ter sido melhor elaborados.

Em seguida, o PQ indagou a turma sobre o que lhes vinha à cabeça quando ouviam a palavra agrotóxicos. Um aluno respondeu que vinha à mente algo que era tóxico para a agricultura. O PQ acrescentou que o próprio nome estava dizendo que é algo tóxico. Perguntou, então, para que serviam os agrotóxicos. Um aluno alegou que era para matar alguma coisa. Na sequência, o pesquisador questionou o que era Agrotóxico e recebeu como resposta de um estudante que era um veneno. O PQ questionou o grande grupo se, em alguma situação, seria melhor o alimento produzido com agrotóxicos do que alimentos orgânicos. Um participante afirmou que discordava do consumo de alimentos com agrotóxicos, uma vez que frequentou um colégio agropecuário e, nessa instituição, estudou agrotóxicos e percebeu que são extremamente prejudiciais e, mesmo utilizados em doses corretas, é possível causarem danos aos seres humanos. Segundo o aluno, os fabricantes colocam nas bulas que aquele produto não fará mal no tempo imediato, contudo com aplicações frequentes poderá fazer mal em dez, quinze anos. O PQ fez uso da palavra e comentou que os participantes, como futuros Técnicos em Química, tinham que ter a preservação ambiental presente em suas vidas. Um aluno complementou o que o PQ disse e comentou seguramente que se uma pequena dose de Agrotóxico não fizesse mal a nós, poderia ser prejudicial a um gato que comeu algo com o defensivo lançado no ambiente, a um cachorro ou na polinização das abelhas e assim por diante, contaminando outras matrizes ambientais.

Como pudemos observar, a MRP está intimamente ligada à autonomia dos educandos, uma vez que autonomia é a capacidade de se autogovernar, de tomar decisões próprias, de ser crítico e reflexivo. Para a construção da autonomia, Freire (2000, p. 121) afirma que ela precisa “estar centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade, vale dizer, em experiências respeitadas da liberdade”. Acreditamos que os estudantes possam ter desenvolvido o senso crítico próprio com o objetivo de contribuírem com o mundo ao seu redor de uma maneira colaborativa e positiva. Nós, como educadores, devemos motivar os educandos, envolvendo-os e fazendo com que eles desenvolvam as capacidades de agir, pensar e se posicionar, deixando de lado, sempre que possível, a maneira tradicional de transmitir conteúdo. Freire (2009, p. 278) acredita que não é função da escola apenas apresentar aos seus estudantes as informações reconhecidamente importantes para a aprendizagem, da mesma forma, tem o dever de “favorecer a independência, a autonomia e a criatividade dos alunos”.

Assim sendo, nesse processo de autonomia, acreditamos que cabe ao professor o papel de mediador e orientador da aprendizagem, assim como fizemos durante a maior parte do tempo em que nossa pesquisa foi aplicada. Durante nosso trabalho, pudemos observar o desenvolvimento de

conceitos atitudinais, como a autonomia e a criticidade dos educandos nas discussões feitas por eles, assim como de procedimentais no levantamento de hipóteses para a resolução dos problemas apresentados, nas discussões relacionadas às suas vivências trazidas para auxiliá-los na solução das questões propostas, na pesquisa em diversas fontes, na realização do relatório solicitado, na exposição oral das soluções encontradas e, ao final, no debate coletivo sugerido pelos pesquisadores acerca do tema trabalhado.

As avaliações dos alunos a respeito da proposta que foi apresentada foram colhidas através de algumas perguntas do QF aplicado após o término da sequência didática. Todos os vinte e nove participantes da pesquisa responderam ao QF.

Uma das perguntas do nosso QF era sobre as contribuições do uso da MRP em sala de aula. Todos os 29 participantes disseram que gostaram de trabalhar com essa proposta pedagógica. Verificando outras repostas dessa questão, 6 alunos expressaram como a MRP foi capaz de “melhorar o raciocínio”, de “ajudar a pensar”, de “refletirmos sobre o assunto”: *“Sim, eu gostei porque temos que ler um texto bem informativo e criar um **raciocínio** próprio, assim fixa mais a informação”*; *“Sim, pois desenvolve uma outra maneira de **pensar** a respeito do assunto abordado, não somente explicando o mesmo, mas procurando meios de solução”*; (Grifos nossos).

Corroborando as respostas dos estudantes, Vasconcelos, et al., (2007) atribuem às atividades utilizando a MRP uma função de “motor do ato de pensar”, considerando essas atividades didáticas de RP fundamentais para a promoção da aprendizagem dos alunos no Ensino de Ciências.

Analisando a mesma questão, 3 alunos acreditam que o trabalho em grupo e o respeito a opiniões diferentes favoreceu o processo de ensino e aprendizagem: *“Sim, pois estimulou a busca em conjunto de um problema, usando diferentes pontos de vista e assim criando uma conclusão.”*; *“Sim, por ser trabalho em grupo e por testar minha habilidade de interpretação e leitura.”*

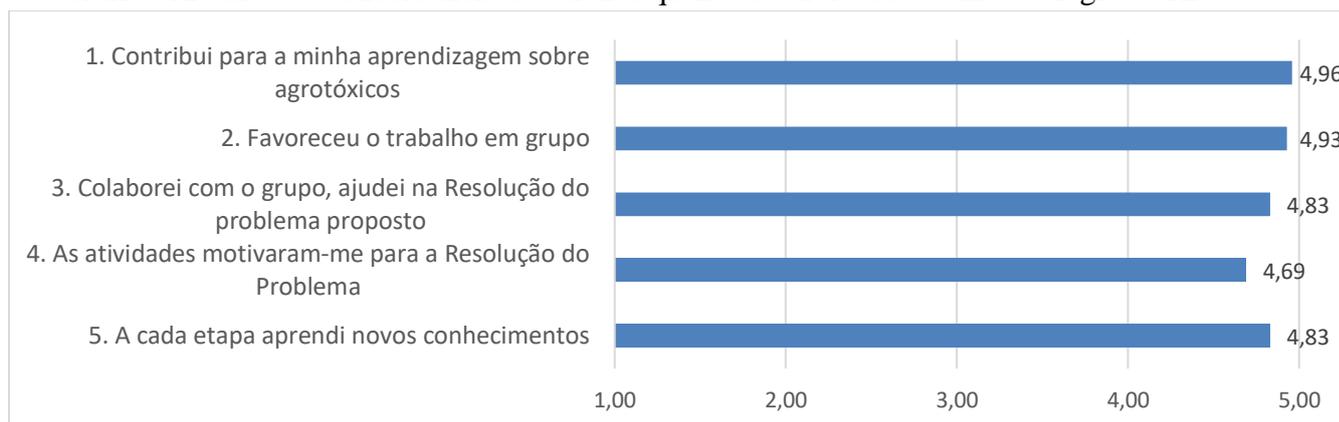
Ainda analisando as respostas sobre a aceitação dos alunos em trabalhar com a MRP, um estudante afirmou que contextualizando um tema, partindo de um problema, a construção do conhecimento fica mais evidente: *“Sim, pois a partir de um problema dado torna-se mais fácil a compreensão, fixação e a geração do interesse sobre o que foi ou será estudado”*.

A questão fechada do QF solicitava o grau de concordância dos alunos sobre as formas de contribuição das atividades desenvolvidas com a MRP. Isso se deu por intermédio de uma escala do tipo Likert (1976), na qual 1 = DT (Discordo totalmente); 2 = DP (Discordo parcialmente); 3 = I (Indeciso); 4 = CP (Concordo parcialmente); 5 = C (Concordo). O cálculo do grau de concordância foi determinado através do somatório do número de vezes em que a opção foi

marcada, multiplicado pela pontuação atribuída a ela, e dividido pelo número total de respondentes.

Analisando o Gráfico 12, observou-se que a maioria dos alunos concordou com o fato de que a MRP favoreceu o trabalho em equipe e que a atividade desenvolvida contribuiu para a aprendizagem dos mesmos sobre a temática ambiental agrotóxicos.

Gráfico 12: Grau de concordância dos alunos quanto às atividades da metodologia da RP.



Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados coletados no questionário.

Em relação à autoavaliação dos estudantes, o Gráfico 12 mostra que estes colaboraram com os demais colegas de grupo, ajudando de forma ativa na resolução do problema proposto, e se sentiram motivados para solucionar a atividade sugerida. Além disso, consideraram que aprenderam novos conhecimentos durante as etapas da MRP.

Tendo em vista o conjunto de dados, podemos declarar que, nos itens expostos, os educandos arrolaram respostas que foram ao encontro de uma contribuição da MRP à aprendizagem dos alunos (GOI; SANTOS, 2014; LIMA et al., 2017), culminando com o seu aperfeiçoamento conceitual acerca da temática ambiental agrotóxicos, assim como atitudinal quanto à tomada de consciência dos riscos e malefícios do uso dos agrotóxicos e procedimental ao trabalhar com a pesquisa e defesa de hipóteses para a resolução dos problemas. Dessa maneira, compreendemos que os resultados demonstraram que o trabalho realizado em grupo colaborou para a formação dos educandos, uma vez que possibilitou a socialização de hipóteses e conhecimentos de forma dialógica e crítica (LOUREIRO, 2004).

8.5 CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa, de natureza qualitativa, foi avaliar as formas de contribuição da sequência didática implementada, utilizando a MRP para o desenvolvimento de conhecimentos

conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar.

Entendemos que, numa metodologia como essa, o professor deve ser o orientador, o mediador das ideias apresentadas pelos educandos, com a finalidade de fazê-los refletirem, analisarem e chegarem às suas próprias conclusões. Além disso, o ambiente de sala de aula, que acolha a MRP, deve ser de cooperação, de pesquisa, de descoberta no qual o docente orienta a aprendizagem e o educando vai à busca de soluções. Assim sendo, o que identificamos durante a pesquisa foi um trabalho produtivo no qual os pesquisadores, por intermédio de perguntas condutoras, fizeram os aprendizes refletir sobre a utilização de Agrotóxicos e seus malefícios aos seres humanos e ao meio ambiente, assim como, a partir da colaboração dos alunos, conceitos foram formados e ponderados.

Os resultados evidenciaram que a sequência pedagógica utilizada favoreceu aprendizagens conceituais, relacionadas aos conhecimentos científicos trabalhados, e procedimentais, como a análise de referenciais bibliográficos, a produção de relatórios e a defesa de ideias nas apresentações orais. Também observamos que os alunos do curso Técnico em Química desenvolveram conhecimentos atitudinais quanto à tomada de consciência sobre os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar, relacionando esse assunto com questões políticas, ambientais, sociais, econômicas, que fazem parte da realidade na qual eles estão inseridos e, ao mesmo tempo, foi possível tornar o estudo sobre Agrotóxicos relevante e motivador. Dessa maneira, entendemos que o objetivo da pesquisa foi atingido, já que durante as apresentações, também pudemos averiguar o quanto os participantes da pesquisa se apropriaram do que lhes foi apresentado e utilizaram esse novo conhecimento de forma satisfatória, entendendo que os Agrotóxicos são perigosos para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a saúde dos seres vivos.

De acordo com os pressupostos de pesquisadores da área, ações formativas que aproximam os alunos das suas futuras atuações profissionais, favorecem a compreensão sobre o papel do técnico químico na sociedade e motivam a autonomia e o empreendedorismo (MATSUMOTO; KUWABARA, 2005).

8.6 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, R.; POMPÊO, P. R. **O profissional da Química**. 2 ed. São Paulo: Páginas & Letras, 2005. 180 p.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Editora Porto, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CEB nº6, de 20 de setembro de 2012** – Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília: Ministério da Educação, Câmara de Educação Básica, 2012.
- FREIRE, L. G. L. Autorregulação da aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 2, p. 276-286, jul. 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. 165 p.
- FONSECA, M. R. M. **Química Ensino Médio**. 1 ed. v. 2. Porto Alegre: Ática, 2013. 320p.
- GUIMARÃES, C. C.; DORN, R. C. Ensino técnico baseado em problemas: Um relato de caso no Senai de Feira de Santana. **Contexto & Educação**, Ijuí, v. 29 n. 92, p. 215-230, Jan./Abr. 2014.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 203-209, ago. 2009.
- JAPIASSU, H. Prefácio. In: FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. 3 ed. São Paulo: Loyola, 1991. 119p
- LIMA, F. S. C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G. A metodologia de resolução de problemas: uma experiência para o estudo das ligações químicas. **Química Nova**, v. 41, n. 4, p. 468-475, 2017.
- LIKERT, R. Una técnica para medir actitudes. In: LIKERT, R.; SUMMERS, G.F. (Ed.) **Medición de actitudes**. México: Editorial Trillas, 1976. p. 182-191.
- LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. ed. 1. São Paulo: Cortez, 2004. 150p.
- MATSUMOTO, L. T. J.; KUWABARA, I. H. A formação profissional do técnico em química: caracterização das origens e necessidades atuais. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 350-359, nov. 2005.
- PERES, F.; MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. 1 ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. 384p.
- PORLÁN A. R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor**: Un recurso para la investigación en el aula. 6 ed. Sevilla: Díada, 1998.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. Método de resolução de problemas no ensino médio: uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, Instituto Federal de Mato Grosso, v. 3, n. 2, p. 643-664, jul/dez 2018.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019a.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. The Environmental Issue of Pesticides: The Problem-Solving Methodology in Elementary School. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 21, n. 4, p. 97-114, 2019b.

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

SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano: Ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos**. 1 ed. São Paulo: Global, 2013. 510 p.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIrevista**, v. 1, n. 2, p. 1-12, abr. 2006.

VASCONCELOS, C., et al. Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.

Capítulo 9

AS CARACTERÍSTICAS DE UM PROBLEMA EFICAZ: COMO OS PROFESSORES PODEM POTENCIALIZAR AS ATIVIDADES BASEADAS EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Um Problema Eficaz no Ensino de Ciências deve contextualizar o tema à realidade do aluno, suscitar a reflexão crítica acerca do assunto abordado, despertar o interesse do estudante e tornar a proposição passível de ser hipotetizada, pesquisada, investigada, questionada, discutida, levando a uma tomada de decisão.

O AUTOR.

As características de um Problema Eficaz: Como os professores podem potencializar as atividades baseadas em Resolução de Problemas no Ensino de Ciências⁴⁶

Characteristics of an Effective Problem: How teachers can enhance activities based on Problem Solving in Science Teaching

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro⁴⁷

Camila Greff Passos⁴⁸

Tania Denise Miskinis Salgado⁴⁹

Resumo: O objetivo do presente estudo é apresentar as características fundamentais de um problema eficaz para o Ensino de Ciências. Na literatura, encontramos algumas classificações para os enunciados dos problemas, mas existem escassas discussões sobre como elaborar bons problemas para serem utilizados com a metodologia da Resolução de Problemas. Dessa maneira, a partir das investigações desenvolvidas ao longo da última década, chegamos à conclusão de que um Problema Eficaz deve contextualizar a temática à realidade do aluno, suscitar a reflexão crítica acerca do assunto abordado, despertar o interesse do estudante e tornar a proposição passível de ser pesquisada. Assim sendo, nossa intenção com esse material é oferecer subsídios aos professores na elaboração e utilização de problemas investigativos em suas aulas.

Palavras-Chave: Resolução de Problemas; Ensino de Ciências; Problema Eficaz.

Abstract: The aim of this study is to present the fundamental characteristics of an effective problem for Science teaching. In the literature, we found some classifications for the problem statements, but there are few discussions on how to elaborate good problems to be used in Science classes based on the Problem-Solving methodology. Thus, based on the investigations carried out in the last decade, we have come to the conclusion that an effective problem should contextualize the theme to the students' reality, raise critical reflection on the addressed subject, arouse the students' interest and make the proposition researchable. Therefore, our intention with this material is to offer subsidies for teachers in the elaboration and use of investigative problems in their classes.

Keywords: Problem-Solving; Science Teaching; Effective Problem.

⁴⁶ Artigo submetido para publicação na Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, ISSN 1983-2117.

⁴⁷ Doutorando em Educação em Ciências do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Especialista em Educação Ambiental (Senac), graduado em Química licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

⁴⁸ Doutora em Educação Química e mestre em Química pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e licenciada em Química pela Universidade Luterana do Brasil. Professora do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Educação Química.

⁴⁹ Doutora em Ciências com Área de Concentração Física Experimental, Mestre em Engenharia de Materiais e Bacharel em Química, todos pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Departamento de Físico-Química e do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

9.1 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Ao longo da última década, com as pesquisas realizadas sobre o uso da metodologia da Resolução de Problemas (RP) em diferentes etapas e modalidades da educação básica (EB) e tendo em vista os trabalhos de revisão bibliográfica empreendidos pudemos identificar dados teóricos e experimentais referentes ao uso da RP no Ensino de Ciências/Química.

Nesse sentido, alguns estudiosos se destacaram em nossa revisão bibliográfica, tais como: Larry Laudan, Juan Ignacio Pozo, María Del Puy Pérez Echeverría, Miguel Angel Gómez Crespo, Maria Mercedes Martínez Aznar e Daniel Gil-Perez. As contribuições desses pesquisadores são expressivas no campo epistemológico das Ciências (LAUDAN, 1977; BATISTA; PEDUZZI, 2019), assim como no da Didática das Ciências ao apresentar o conceito, classificação e tipos de problemas (ECHEVERRÍA; POZO, 1998; POZO, 1998; POZO; CRESPO, 1998; POZO; CRESPO, 2009, POZO, 2016), nas etapas necessárias para que a RP seja satisfatória (ECHEVERRÍA; POZO, 1998; POZO; CRESPO, 2009, POZO, 2016) e como guiar os alunos a tratar as situações-problema para que sejam exitosos em sua tarefa de solucioná-las (GIL-PEREZ; MARTINEZ TORREGROSA, 1983, MARTÍNEZ; MARTÍNEZ AZNAR, 2014, MARTÍNEZ AZNAR; ARTECHE; LESARRI, 2017).

Laudan (1977) descreve aspectos importantes relacionados à epistemologia da RP em sua obra “Progress and its Problems”. Para esse estudioso, a “ciência é em essência uma atividade de resolução de problemas” (1977, p 11). Dessa maneira, faz-se necessário que os pesquisadores do campo da educação científica compreendam a Ciência como uma atividade de RP, pois essa atividade é capaz de desenvolver um progresso cognitivo relacionado com as aspirações intelectuais da Ciência e esta Ciência avança pelo modo como resolve, adequadamente ou não, uma série de problemas gerados no ambiente social.

Ademais, Laudan (1977) desenvolveu uma taxonomia para os problemas na qual os identificou em empíricos e conceituais. Essa classificação torna mais clara a necessidade de relação dos processos utilizados na construção de conceitos científicos com os propósitos do uso de problemas no contexto educacional.

Convergindo com essa compreensão, Batista e Peduzzi (2019) apontam que os conceitos apresentados por Larry Laudan são utilizados, entre outros fatores, para fundamentar estudos sobre implicações de práticas docentes para o Ensino de Ciências. No que diz respeito à literatura da RP, encontram-se diversas categorizações para as situações-problema ou problemas. De acordo com Echeverría e Pozo (1998), uma circunstância apenas “pode ser concebida como um problema na medida em que exista um reconhecimento dela como tal, e na medida em que não disponhamos

de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-lo de forma mais ou menos imediata”, sem determinar, “de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos”. Além disso, “um problema é, de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas” (p.16).

Os pesquisadores Echeverría e Pozo (1998) estabelecem os problemas tendo em vista a área na qual estão inseridos, do conteúdo, dos tipos de operações e dos processos utilizados com o objetivo de resolvê-los. Os problemas podem ser classificados como dedutivos ou indutivos, de acordo com o tipo de raciocínio que a pessoa acionará na resolução do problema e do tipo definido e indefinido. Assim sendo, diz-se que um problema é definido quando é de fácil identificação e solução; já um problema mal definido ou indefinido é aquele cujas etapas a serem seguidas são menos claras e específicas, podendo-se chegar a diversas soluções. Os problemas bem definidos são questões semelhantes aos exercícios, dessa forma os educandos conhecem os passos a serem seguidos e o ponto que se quer atingir. Os estudiosos, da mesma maneira, afirmam que não existem problemas totalmente mal definidos, caso contrário seriam problemas sem solução.

Já Pozo e Crespo (1998), classificam os problemas em três categorias: os problemas escolares, os problemas científicos e os problemas do cotidiano. Para esses autores, os problemas escolares podem ter caráter de uma investigação fechada, sendo que os recursos são dados pelo docente, mas pertence ao aluno a função de formar suas conclusões.

Os mesmos autores explicam que quando temos em vista a maneira pela qual os problemas são tratados em sala de aula, assim como as metas educacionais no contexto do currículo e as estratégias de resolução, os problemas escolares podem ser classificados em três tipos: problemas qualitativos, problemas quantitativos e pequenas pesquisas. Caracterizam-se como problemas qualitativos aqueles cuja resolução acontece por intermédio de raciocínios teóricos sem necessidade de cálculos numéricos ou manipulações experimentais. Na maioria das vezes, configuram-se como problemas abertos, nos quais se deve antever ou explicar uma situação ou um fato. Já os problemas quantitativos, utilizam dados numéricos. Embora o resultado possa não ocorrer em termos numéricos, a estratégia está centrada no cálculo matemático, na comparação de dados e no emprego de fórmulas.

Além do mais, os problemas escolares podem ser caracterizados em abertos, semiabertos e fechados. Os problemas abertos são considerados amplos, ensejando diversas interpretações e maneiras de serem resolvidos. No que diz respeito aos problemas semiabertos, são fornecidas informações que restringem o problema, entretanto, deixam que os próprios estudantes congreguem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver o trabalho. Já os

enunciados dos problemas fechados restringem de tal forma, que sua resolução demanda modos mais ou menos pré-estabelecidos.

Para Echeverría e Pozo (1998), há de se seguir algumas etapas para que a RP seja satisfatória. A primeira etapa, no que diz respeito à RP, está relacionada à compreensão desses problemas, entretanto, não basta apenas entender as palavras, a linguagem, o símbolo deve-se, também, assumir a situação e passar a ter uma disposição para chegar à solução desejada. Em seguida, há de se idealizar uma estratégia que auxilie a resolver o problema. A próxima etapa deve consistir em desenvolver essa fase anteriormente elaborada e, finalmente, o processo de solução (visão retrospectiva), no qual o estudante afere se a finalidade à qual se destina foi alcançada, fazendo, assim, uma revisão dos procedimentos.

Esse aprofundamento teórico sobre a perspectiva epistemológica e as classificações dos tipos de problemas e das pesquisas sobre RP no Ensino de Ciências foi fundamental para entendermos como poderíamos aplicar nosso estudo pedagogicamente dentro do espaço escolar. Percebemos, principalmente, nosso papel como professor mediador do conhecimento no uso de metodologia problematizadora capaz de melhorar a compreensão do Ensino de Ciências associada à realidade do educando. A ação decisiva que o docente exerce como mediador das atividades propostas e o conhecimento do educando têm a finalidade de auxiliar o estudante a desenvolver e a construir seus próprios conhecimentos. Dessa maneira, muitos professores estão buscando na RP uma alternativa metodológica para aperfeiçoar a aprendizagem, pois é um dos modos de fazer com que o educando reflita, proponha e planeje ações de resolução para as situações propostas.

A educação integral dos jovens e a sua formação cidadã, desenvolvidas até o final da EB, devem proporcionar a esses estudantes a capacidade de enfrentarem os desafios da contemporaneidade. Nesse contexto, os alunos do Ensino Médio “têm condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo, com base em modelos abstratos, e tomar decisões responsáveis, éticas e consistentes na identificação e solução de situações-problema” (BRASIL, 2017, p. 537).

Assim sendo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) da área de Ciências e suas Tecnologias – integrada por Biologia, Física e Química - recomenda ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais do Ensino Fundamental desenvolvidas até o 9º ano. Para tanto, a BNCC sugere que se enfoque na interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos, tendo em vista oportunizar aos estudantes a construção dos conceitos, procedimentos e teorias dos inúmeros campos das Ciências da Natureza. Outrossim, propõe que se criem condições para que os educandos tenham possibilidades de explorar diversificadas maneiras de pensar e de falar sobre a cultura científica, posicionando-a como uma das formas de organização do conhecimento

produzido em variados contextos históricos e sociais, viabilizando aos educandos apreender essas linguagens científicas (BRASIL, 2017).

Além disso, diante do nosso aporte teórico e dos resultados práticos das investigações realizadas, percebemos que são vários os fatores que influenciam em lograr êxito nas atividades investigativas propostas baseadas na RP, tais como: Os objetivos que queremos alcançar, os conteúdos que queremos trabalhar, os conhecimentos que queremos que os alunos se apropriem, a sequência didática utilizada, o papel do professor mediador, as classificações do(s) problema(s), as características do(s) problema(s) utilizado(s), enfim, o planejamento e a execução da proposta pedagógica são fundamentais para o sucesso da atividade.

Entendemos que com as pesquisas realizadas de cunho prático e teórico sobre teorias e pesquisas relacionadas com a RP no âmbito da educação científica, foi possível verificar a necessidade de se estruturar bons enunciados na produção de problemas para serem utilizados em estudos na EB. Em nossas investigações, percebemos que existem escassas discussões na literatura sobre como elaborar bons problemas para serem utilizados nas aulas de Ciências. Dessa maneira, nossos dados demonstram a relevância deste artigo, que apresentará as características do que denominamos “Problema Eficaz”, visando auxiliar os professores que desejam iniciar ou aperfeiçoar a construção de problemas investigativos no Ensino de Ciências.

Dessa maneira, o objetivo deste artigo é apresentar as características fundamentais de um problema para ser considerado eficaz para o Ensino de Ciências. Além disso, o presente estudo justificará por que essas características devem ser consideradas quando elaboramos um problema no âmbito da educação científica, e exemplificar através de 3 problemas utilizados em uma pesquisa com alunos do curso técnico em Química como podemos estruturar essas características nos problemas construídos. Assim sendo, pretendemos com esse material oferecer subsídios aos professores na elaboração, produção e utilização de problemas investigativos em suas aulas.

9.2 AS CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DE UM PROBLEMA EFICAZ

Tendo em vista uma tese de Doutorado, que possui como um dos objetivos analisar as contribuições da metodologia da RP no desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998), bem como a autonomia (ZABALA, 1998; FREIRE, 1998), dos alunos de diferentes etapas e modalidades da EB, elaboramos problemas para serem aplicados com os alunos do Ensino Fundamental, Ensino Médio regular, Ensino Médio modalidade Educação de Jovens e Adultos (EJA) e Ensino Médio profissionalizante de um curso Técnico em Química.

Como consequência das nossas pesquisas, percebemos a necessidade de se construir situações-problema com bons enunciados e bem estruturadas para ajudar o professor e o aluno no entendimento e compreensão do que precisa ser resolvido, dessa maneira, podendo favorecer as potencialidades da metodologia da RP na EB. Nesse contexto, durante a construção desses problemas, decidimos elaborar situações-problema que contextualizassem a temática a ser tratada, que o assunto levasse a uma reflexão crítica por parte dos participantes do estudo, motivando os educandos para a resolução do problema proposto, além de compor uma proposição passível de ser compreendida facilmente, hipotetizada, questionada, pesquisada, discutida com o objetivo de que os aprendizes chegassem a uma tomada de decisão e, finalmente, a uma solução adequada para o problema apresentado. Destacamos que as características apresentadas neste artigo como fundamentais de um Problema Eficaz foram utilizadas para descrever os enunciados dos problemas utilizados em um estudo preliminar no 38º EDEQ (RIBEIRO; PASSOS; SALGADO, 2018c). Entretanto neste artigo estamos buscando articular tais características com o referencial teórico que embasa nossas investigações.

Assim sendo, tendo em vista as nossas experiências com o uso da RP, chegamos a um consenso de que um Problema Eficaz é aquele que apresenta as quatro características a seguir:

1) *Um Problema Eficaz contextualiza a temática à realidade do aluno e aproxima-o da questão proposta.* A contextualização está relacionada à motivação do estudante pelo fato de atribuir significado àquilo que aprende. Isso faz com que o educando relacione o que está sendo discutido com sua experiência de vida. É pertinente salientar que optamos por uma perspectiva de contextualização não redutiva, a partir do cotidiano (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Podemos afirmar que, por intermédio da contextualização, o estudante relaciona teoria e prática. Assim sendo, uma educação que pretenda um cidadão crítico e reflexivo e exija maior participação do educando no que tange ao ensino e aprendizagem necessita de um ensino em que os alunos sejam críticos e reflexivos acerca da resolução de problemas contextualizados com situações do seu dia a dia, da sua realidade, motivando-os a buscar soluções.

Nesse sentido, sobre a contextualização no ambiente escolar, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) afirmam que contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa, em primeiro lugar, assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Além disso, o tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo (BRASIL, 1999).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) explicam que é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos

espontaneamente (BRASIL, 2002). Entendemos que podemos considerar essa contextualização no próprio enunciado dos problemas elaborados para serem resolvidos pelos alunos da EB.

De acordo com a LDB nº 9394/96, a organização do currículo superou as disciplinas estanques. Assim sendo, o que se objetiva é a articulação dos conhecimentos em um processo permanente de interdisciplinaridade e contextualização. A interdisciplinaridade, como sabemos, faz uso do conhecimento de duas ou mais disciplinas com o intuito de se compreender uma situação-problema. Já a contextualização do conteúdo do problema a ser solucionado põe em evidência o cotidiano do aluno, salientando que aquilo que se aprende na escola possui aplicação prática em nossas vidas, dando significação àquilo que aprendemos. A ideia de contextualização requer a intervenção do educando em todo o processo de aprendizagem.

A BNCC do Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias afirma que essa área de conhecimento “deve contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias” (BRASIL, 2017, p. 537). Esse documento explica que com o desenvolvimento desses aprendizados e a interação com os outros campos do conhecimento o aluno poderá ser capaz de se posicionar frente a questões éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temáticas relacionados às Ciências da Natureza e a outras áreas do saber.

Como podemos observar, a contextualização leva em conta a realidade, os problemas dos educandos, assim como as necessidades vivenciadas por eles. Assim, a contextualização a partir do cotidiano é considerada um princípio norteador e não apenas uma exemplificação de aplicação do conteúdo estudado (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Por esse motivo, devemos ter em mente na construção de uma situação-problema que a contextualização se faz necessária para que a aprendizagem seja mais significativa na formação de um cidadão crítico e reflexivo.

2) Um Problema Eficaz suscita a reflexão crítica acerca do assunto abordado.

Entendemos que os alunos da EB devem ir aprendendo durante as suas vidas escolares a se posicionarem perante questões sociais, políticas, econômicas, ambientais etc, sobre os variados assuntos que são trabalhados na escola e que exigem essas reflexões. Nesse contexto, percebemos que um problema com essa característica pode ajudar no desenvolvimento do aluno, na capacidade de resolver situações desafiadoras, na interação nos grupos que buscam a solução de um problema, no aprimoramento da comunicação, assim como no aperfeiçoamento da criatividade e do senso crítico. A metodologia da RP faz com que os educandos aprendam através da resolução colaborativa de desafios, explorando soluções dentro de um contexto específico de aprendizado, podendo utilizar a tecnologia, assim como outros recursos. Quando construímos um problema que

será utilizado nas aulas de Ciências, precisamos ter em mente que ele deve incentivar a habilidade de investigar, de refletir criticamente e de dar a possibilidade de os estudantes criarem e construírem seus conhecimentos perante essa situação-problema.

A sociedade atual requer indivíduos que sejam capazes de intervir no desenvolvimento da humanidade de maneira crítica e criativa com o objetivo de construirmos uma sociedade mais justa, buscando uma melhoria na qualidade de vida dos cidadãos. Acreditamos que uma das formas mais acessíveis de fazer com que os educandos desenvolvam a reflexão crítica sobre o problema a ser resolvido é a metodologia da RP. A resolução de um Problema Eficaz implica um processo de reflexão crítica acerca da questão a ser resolvida, levando, muitas vezes, a tomada de posições sociais, políticas e econômicas, conforme a temática do problema proposto. Esse tipo de metodologia traz ao aluno autonomia, aptidão em resolver problemas, colaboração, confiança, protagonismo, senso crítico, aprendizado envolvente, empatia, responsabilidade e participação.

Berbel (2011) afirma que o educando, diante de problemas e/ou desafios, mobiliza o seu potencial na medida em que estuda com o intuito de compreendê-los e ou superá-los, produzindo, dessa forma, informação em função do que necessita responder ou equacionar. Durante esse processo, é possível que o estudante, gradativamente, desenvolva o espírito científico, o pensamento crítico, o pensamento reflexivo, adquira valores éticos, tornando-se autônomo na formação como ser humano, bem como em relação ao seu futuro profissional.

Para que tenhamos alunos que desenvolvam reflexão crítica, a escola deve trabalhar um currículo significativo, com o objetivo de que realmente o ensino e a aprendizagem se efetivem, no qual a proposta política pedagógica esteja baseada em uma perspectiva crítica (LOUREIRO; TOZONI-REIS, 2016; COSTA; ECHEVERRIA; RIBEIRO, 2017), a qual desafie o aluno a pensar criticamente a realidade social, política e histórica. Nesse contexto, entendemos que um Problema Eficaz pode ajudar os alunos a desenvolverem essa característica reflexiva.

Dessa maneira, a educação crítica situa-se no horizonte da ação política da educação voltada para a transformação social, que, historicamente, coloca-se em uma grave crise socioambiental (LOUREIRO; TOZONI-REIS, 2016; COSTA; ECHEVERRIA; RIBEIRO, 2017).

Além disso, percebemos que a educação crítica é orientada para a tomada de decisões e o exercício de prática de uma responsabilidade social e política. Acreditamos que na medida que conseguimos, por intermédio da nossa metodologia de ensino, fazer com que o educando seja capaz de refletir criticamente sobre a realidade que o cerca, melhores condições ele terá de atuar no que diz respeito a essa realidade, podendo, inclusive, modificá-la, tendo como objetivo o bem comum.

3) Um Problema Eficaz desperta o interesse do aluno, motivando-o a buscar soluções.

Acreditamos que a motivação se faz necessária tanto para que a aprendizagem ocorra quanto para que sejam colocados em ação os comportamentos e habilidades que foram aprendidos. A motivação é uma condição inerente ao ser humano, levando-o a realizar ou continuar realizando uma tarefa. A motivação está relacionada ao impulsionamento de uma ação, ou seja, àquilo que move um comportamento. Dessa forma, compreendemos a motivação como a responsável pelo começo, manutenção e/ou término de uma ação. Assim sendo, notamos que a motivação é um elemento que compõe o indivíduo e as atividades que ele realiza em diferentes contextos, assim como o contexto escolar sobre o qual recai o nosso estudo.

Pensando na origem da palavra motivação, o vocábulo motivação provém do latim e significa mover. Oliveira (2008) refere-se à motivação como uma força que incita um indivíduo a atingir uma determinada meta. Esse mesmo autor esclarece-nos que “a motivação é o que coloca um sujeito em movimento em direção a esse fim proposto. A motivação tem sido vista como um fator psicológico, um conjunto de fatores, ou um processo que varia de pessoa para pessoa” (OLIVEIRA, 2008, p. 37).

Da mesma forma, Oliveira e Alves (2005) entendem a motivação como uma energia, uma força interna que impulsiona os indivíduos a iniciarem determinada ação. Em suma, a motivação pode ser compreendida como o aspeto dinâmico ou energético da ação, é aquilo que impulsiona o comportamento (BARRERA, 2010). Nesse sentido, “a motivação é responsável pelo início, manutenção e/ou término de uma dada ação” (BARRERA, 2010, p. 160). A revisão da literatura realizada por Lourenço e Paiva (2010), refere-se à motivação como sendo um processo psicológico, uma força que provém do interior do indivíduo, impulsionando-o para agir.

Corroborando com esta compreensão, Fernandes e Campos (2017) apontam que o fator motivacional do problema está relacionado ao conteúdo do enunciado, logo este deve ser relevante e precisa estimular o estudante a resolvê-lo.

Diante desses pressupostos teóricos e nossa experiência prática, o que pudemos observar com a aplicação da metodologia nas diferentes etapas e modalidades da EB foi que quanto mais motivados os alunos, melhores são as respostas deles às nossas solicitações. O que percebemos também foi que para que a aprendizagem aconteça é imprescindível que os educandos estejam motivados. Estando motivados para a realização de determinada tarefa, os aprendizes realmente apresentam maior empenho na realização das atividades propostas. Pudemos, da mesma forma, notar que os alunos acabam envolvendo-se mais na sua própria aprendizagem no processo de busca por uma solução de um problema da sua vivência. Dessa maneira, afirmamos que é fundamental

que um problema deve despertar o interesse do aluno, motivando-o a buscar a (s) resposta (s) dessa situação desafiadora.

4) Um Problema Eficaz torna a proposição passível de ser hipotetizada, pesquisada, investigada, questionada, discutida, levando a uma tomada de decisão. Para concretizarmos esse objetivo, devemos ter em mente que resolver um problema pressupõe que o aluno elabore um ou vários procedimentos de resolução, por exemplo, realizar simulações, fazer tentativas, formular hipóteses. E para a elaboração desses procedimentos, entendemos que um problema deve ser formulado de maneira clara e precisa, para que assim seja capaz de ser passível de ser hipotetizado, pesquisado, investigado, discutido para que os educandos tomem uma decisão e cheguem a uma resposta adequada à questão proposta. Dessa maneira, os aprendizes podem estabelecer o que de fato devem pesquisar, identificam os elementos e os instrumentos que serão utilizados no decorrer do trabalho. Além disso, o problema pode ser teórico ou empírico, não envolvendo julgamentos morais e considerações subjetivas.

De acordo com os pressupostos de Laudan (1977), a Ciência tem como meta elaborar teorias com elevada taxa de eficiência na resolução de problemas e não estritamente com a confirmação ou refutação das teorias. Partindo dessa natureza epistemológica racionalista, a metodologia investigativa possibilita a modelação de diferentes percursos para a resolução de um problema teórico ou empírico e, ainda, a obtenção de distintas resoluções para um mesmo enunciado.

A BNCC afirma que uma das habilidades fundamentais que os alunos necessitam desenvolver na EB é “construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas [...], interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2017, p. 545). Nesse contexto, um dos objetivos de práticas pedagógicas baseadas na RP é fazer com que os alunos sejam capazes de enfrentar situações cotidianas, analisando-as e interpretando-as através dos modelos conceituais e também dos procedimentos próprios da Ciência (POZO; CRESPO, 1998).

Com o objetivo de que todo esse processo de resolução possibilite um aprendizado efetivo, salientamos que o enunciado do problema apresente as quatro características anteriormente descritas para ser considerado um “Problema Eficaz”. Sendo estas: contextualização, reflexão crítica, motivação e investigação. Ademais, destacamos que essas estão interligadas e em sinergia, pois uma depende da outra para que o problema esteja bem estruturado e, dessa maneira, possa potencializar as atividades baseadas na RP.

9.3 UMA ESTRUTURA POSSÍVEL DE UM PROBLEMA EFICAZ

Apresentaremos as características de um Problema Eficaz numa determinada ordem, entretanto essa disposição possui apenas fins didáticos. Elas podem, conforme a elaboração pretendida, aparecer em posições diferenciadas da que apresentaremos, desde que não haja prejuízo à compreensão do problema. Essa flexibilidade da disposição das características de um Problema Eficaz deve-se ao fato de elas estarem intimamente relacionadas, como mostraremos no decorrer deste estudo. Além disso, acreditamos que em uma frase ou trecho do problema possa conter duas ou mais características de um Problema Eficaz, tendo em vista o conhecimento do professor em relação ao assunto que deseja abordar, utilizando a metodologia da RP e relacionando aos objetivos que pretende com a resolução do problema.

Exemplificaremos como podemos estruturar e construir um Problema Eficaz a partir de 3 problemas utilizados em uma pesquisa com alunos de um curso técnico em Química, abordando a temática ambiental agrotóxicos. A seleção da temática agrotóxicos deve-se ao fato de que o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo e responsável por uma produção agrícola de reconhecimento internacional. Nesse sentido, é necessário que a educação ambiental seja vista como um instrumento que guie para uma tomada de consciência dos cidadãos (COSTA; ECHEVERRIA; RIBEIRO, 2017). Além disso, existe uma presença expressiva desse assunto nos livros didáticos indicados pelo plano nacional do livro didático de Ciências da Natureza no Ensino Fundamental (GEWANDSZNAJDER, 2015), de Química do Ensino Médio regular (SANTOS; MÓL, 2013), e de Ciências da Natureza do Ensino Médio da EJA (SCRIVANO, et al., 2013).

Cabe ressaltar que é fundamental que o docente saiba quais os conhecimentos que almeja que seus alunos se apropriem sobre determinado assunto, quando se inicia uma atividade baseada na RP. Assim sendo, poderá decidir quantos problemas utilizará. Além disso, entendemos que durante a intervenção pedagógica, o número de problemas pode variar se o professor perceber essa necessidade. Essa percepção está relacionada com a compreensão e assimilação dos conteúdos pelos alunos.

Nas explicações a seguir, mostraremos como podemos abordar uma temática das Ciências ampla e complexa, a partir de problemas estruturados com as características de um Problema Eficaz. Perceberemos essa amplitude e complexidade do assunto nos esclarecimentos que se seguem.

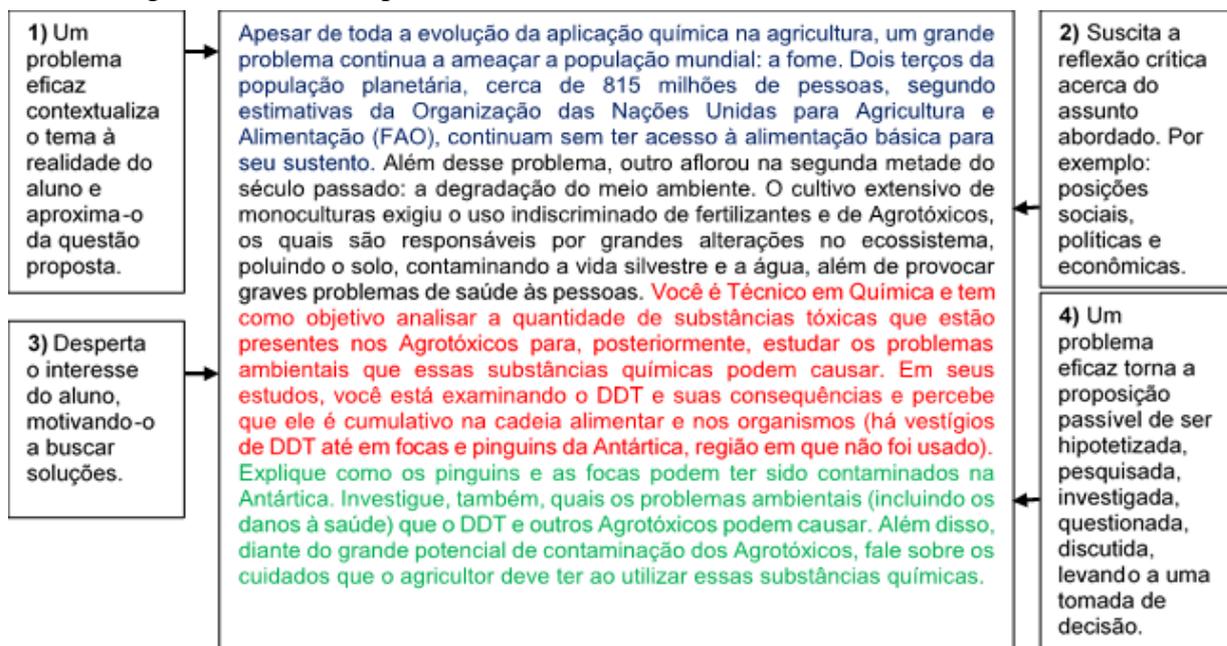
A primeira característica de um Problema Eficaz (Figura 11), **contextualização** do problema, situa o educando na questão a ser resolvida: a contaminação dos pinguins e focas na

Antártida por DDT⁵⁰, local onde essa substância química não é utilizada. Antes, porém, aproxima o estudante da realidade da fome no mundo, apontando um dado de que 815 milhões de pessoas não possuem acesso à alimentação básica. Esse dado é alarmante, uma vez que existem, na atualidade, grandes avanços econômicos, técnicos, sociais e tecnológicos que poderiam aplacar a fome mundial. De acordo com subsídios mais atuais da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), de setembro de 2018, houve um acréscimo no número de seres humanos que passam fome no mundo. Tendo em vista informações divulgadas por essa organização, o número subiu de 815 milhões de indivíduos, em 2016, para quase 821 milhões em 2017 (FAO, 2019). O relatório aponta que uma em cada nove pessoas no planeta foi vítima de fome (FAO, 2019). A contextualização, via de regra, é o ato de associar o conhecimento à sua origem, assim como à sua aplicação. Ela é de suma importância para que se impeça que algo que se deseja abordar fique fragmentado ou desconexo, dificultando o aprendizado. Assim sendo, a situação apresentada ressalta aos aprendizes a importância da produção de alimentos em larga escala para a humanidade, levando-os a compreender e a relacionar as próximas informações que serão dadas no problema proposto a eles. Enfim, trata-se de uma temática que pode ser considerada como potencialmente problematizadora de um contexto/problema cotidiano (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

A segunda característica (Figura 11) leva o aluno a diversos tipos de **reflexão** (LOUREIRO; TOZONI-REIS, 2016), tendo em vista o aumento do cultivo de alimentos para nutrir a população mundial, cada vez mais crescente. Como consequência, há degradação do meio ambiente e a utilização imoderada de agrotóxicos. Essa informação envolveu, por parte dos alunos, uma discussão crítica e reflexiva sobre aspectos sociais, políticos e econômicos relacionados à destruição do meio ambiente, tendo em vista o cultivo extensivo de monoculturas. Essa reflexão certamente preparou os educandos para a terceira característica de um Problema Eficaz, cujo enfoque na questão apresentada é a contaminação por DDT de pinguins na Antártica, região onde não se faz uso dessa substância química.

⁵⁰ O DDT (sigla de diclorodifeniltricloroetano) é o primeiro pesticida moderno, tendo sido largamente usado durante e após a Segunda Guerra Mundial para o combate aos mosquitos vetores de doenças como malária e dengue.

Figura 11: Primeiro problema com as características de um Problema Eficaz



Fonte: Elaborado pelo autor.

No que tange à terceira característica de um Problema Eficaz (Figura 11), a **motivação**, podemos dizer que motivação é um aspecto fundamental no ato de ensinar e aprender, é um processo no qual o indivíduo toma uma decisão frente às variadas questões as quais tem de confrontar. Com o intuito de sentir-se motivado, o educando necessita de uma ação, de um motivo que o faça conquistar um objetivo. De acordo com Bzuneck (2000, p. 9), “a motivação, ou motivo, é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar de curso.” Além disso, pode-se dizer que a motivação é um processo e, dessa forma, produz ou estimula uma conduta que sustente uma atividade progressiva a qual canaliza essa atividade para um dado sentido (FERNANDES; CAMPOS, 2017). Assim sendo, estando o problema contextualizado com a vivência dos alunos, dando a oportunidade a eles de realizarem uma reflexão crítica sobre o problema a ser resolvido, há a motivação para que os aprendizes possam solucionar a situação-problema. Dessa forma, os estudantes foram colocados como Técnicos em Química e foram desafiados a examinar o DDT e suas consequências, afetando, inclusive, pinguins e focas na Antártida. Percebemos que os educandos iniciaram com entusiasmo a tarefa proposta e logo principiaram entre si discussões referentes à questão que lhes coube.

Referente à quarta característica de um Problema Eficaz (Figura 11), percebemos que, a partir da nossa proposta de **investigação**, ou seja, explicar como os pinguins e focas da Antártida podem ter sido contaminados com DDT, investigar os problemas ambientais, inclusive os danos à saúde que o DDT pode causar, além dos cuidados que os agricultores devem ter na aplicação de

agrotóxicos, permitiu que os educandos hipotetizassem, pesquisassem, questionassem, discutissem e chegassem a uma conclusão a respeito da situação-problema a eles destinada. Devido a esses resultados, apontamos anteriormente que as características de um problema eficaz atuam de forma sinérgica.

Segundo Pozo e Echeverría (1998), “[...]O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis, para dar resposta a situações variáveis e diferentes” (p.09). Nesse contexto, os educandos tiveram, diante de si, um problema a ser solucionado, uma questão que envolve um grave problema: O uso do DDT.

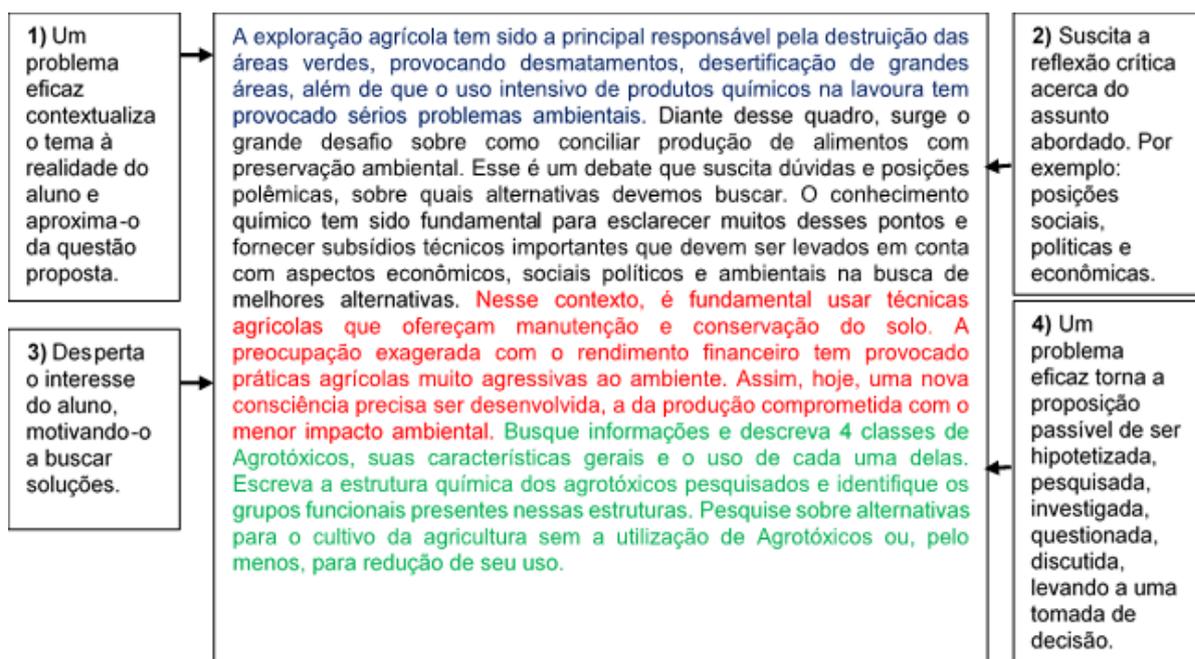
As consequências do DDT em animais são evidentes, principalmente em aves, uma vez que os ovos apresentam a espessura da casca reduzida, prejudicando a reprodução (SANTOS; MÓL, 2013). Além disso, apresenta redução no tamanho cerebral dos embriões. Sabemos que o DDT é um inseticida de baixo custo e essa substância leva de 4 a 30 anos para se degradar, afetando a fauna e a flora, infiltrando-se na água e contaminando mananciais (SANTOS; MÓL, 2013). Estudos revelam que os pesticidas organoclorados, como o DDT, agem sobre o sistema nervoso central, implicando alterações de comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da atividade da musculatura involuntária, assim como depressão dos centros vitais, em especial, da respiração (BRASIL, 1997). Além disso, casos de intoxicação aguda em seres humanos põem em evidência alguns efeitos, tais quais: cloracnes⁵¹, bem como sintomas inespecíficos, quais sejam: dor de cabeça, tonturas, convulsões, insuficiência respiratória, inclusive morte, variando conforme a dose e tempo de exposição (OMS, 1982). Da mesma forma, há evidências, na literatura médica, da relação entre DDT e câncer de pâncreas, devido a exposições em grandes quantidades dessa substância química (MESQUITA, 2001; SOUZA, 2006). Devido a tantas consequências danosas ao meio ambiente e à saúde humana, a utilização do DDT foi restrita a casos especiais, no que diz respeito a controle de vetores de doenças pela Convenção de Estocolmo (SILVA; GUIMARÃES, 2010). Essa convenção se realiza com o intuito de discutir acerca de Poluentes Orgânicos Persistentes, denominados POPs. Em 2009, o Brasil, que é signatário dessa convenção, eliminou o DDT, desautorizando sua fabricação, importação, exportação, manutenção em estoque, comercialização e uso (PEREIRA; CARSON, 2012).

A **contextualização** do problema 2 (Figura 12) pôs os educandos a par da devastação de áreas verdes para o plantio de alimentos com consequências danosas ao meio ambiente, além da utilização indiscriminada de agrotóxicos, trazendo, da mesma forma, resultados prejudiciais ao meio em que vivemos. Assim sendo, os alunos foram inseridos à situação do problema ao qual

⁵¹ Doença de pele semelhante a acne severa, causada pela exposição a produtos químicos que contêm cloro.

tiveram de resolver. A contextualização é relevante pelo fato de atribuir um sentido adequado àquilo ao qual os estudantes estarão expostos. É, na realidade, uma forma de atribuir um sentido apropriado a determinado assunto, procurando designar as circunstâncias que estão ao redor de um acontecimento, situação ou fato (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Figura 12: Segundo problema com as características de um Problema Eficaz



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sabemos que a exploração ambiental está intimamente relacionada à evolução do intrincado desenvolvimento tecnológico, científico e econômico o qual, por diversas vezes, tem modificado, de maneira irreversível, o cenário do planeta e conduzido a processos degenerativos profundos da natureza (RAMPAZZO, 1997). Assim sendo, dentre os processos degenerativos profundos da natureza, Ehlers (1999) evidencia a erosão e a perda da fertilidade dos solos, a destruição florestal, a dilapidação do patrimônio genético e da biodiversidade, a contaminação dos solos, da água, dos animais silvestres, do homem do campo, assim como dos alimentos.

Contextualizado o problema, situando os educandos à questão que deveriam resolver, a segunda característica do Problema Eficaz (Figura 12) levou os alunos a refletir criticamente sobre a temática, qual seja: aliar a produção de alimentos à preservação ambiental. Notamos essa **reflexão crítica** pelas discussões travadas pelos grupos, levantando aspectos sociais, políticos e econômicos, envolvendo a produção de alimentos e a preservação ambiental.

Preiss, Vasconcellos e Schneider (2018) afirmam que o planeta possui 7,3 bilhões de habitantes, dos quais 54% residem em áreas urbanas. Além disso, a expectativa populacional é de

chegar a 9,5 bilhões no ano de 2050, sendo que mais de 70% nas cidades. Como podemos perceber, há um enorme número de pessoas a alimentar. Dessa forma, é importante a utilização de práticas de conservação e preservação ambiental, com o intuito de preservar a fertilidade do solo, assim como as condições climáticas favoráveis. Sabemos que para a produção de alimentos, os agrossistemas, tais como lavoura, pastagens etc. exigem a modificação do sistema natural. Assim sendo, essa ação tem como consequência a transformação dos ecossistemas, havendo a remoção da cobertura vegetal, revolvimento do solo (aração, gradeação, semeadura, plantio, cultivo), aplicação de fertilizantes, de defensivos com o objetivo de combater doenças e pragas. Tudo isso tem como resultado contaminação do solo, do ar e das águas, erosão, compactação e diminuição da permeabilidade do solo, entre outros. Por esses motivos, temos de viabilizar uma agricultura sustentável. De David (2018, pág. 122) afirma: “A sociedade precisa caminhar em direção à sustentabilidade de forma harmônica com desenvolvimento socioeconômico e ambiental, trabalhando sempre a prevenção e a preservação com atitudes individuais e coletivas.”

No que diz respeito à **motivação** (Figura 12) para a resolução desse problema analisado e tendo em vista as duas características anteriormente explicadas, as informações fornecidas despertaram nos educandos o desejo de encontrar uma solução que utilizasse técnicas agrícolas que mantivessem e conservassem o solo, tendo uma produção que levasse em consideração um menor impacto ambiental.

Para que haja grande produção de alimentos, ocorre o desmatamento, extensas áreas de terras são utilizadas para a monocultura, alterando de forma significativa o ambiente, tanto no que diz respeito à flora quanto à fauna. Além disso, existe a utilização indiscriminada de fertilizantes, herbicidas e pesticidas na agricultura, ocasionando sérias consequências à saúde humana e ao meio ambiente.

Dessa maneira, urge que se busquem alternativas com o objetivo de que os impactos ambientais sejam minimizados, ou seja, a agricultura sustentável deve ser posta em prática.

Agricultura sustentável é o manejo e a utilização do ecossistema agrícola, de modo a manter sua diversidade biológica, produtividade, capacidade regenerativa, vitalidade e habilidade de funcionamento, de maneira que possa preservar – agora e no futuro – significantes funções ecológicas, econômicas e sociais na esfera local, nacional e global, e não cause danos em outros ecossistemas (LEWANDOWSKI; HARDTLEIN; KALTSCHMITT, 1999, citando a Conferência de Ministros Europeus de Meio Ambiente).

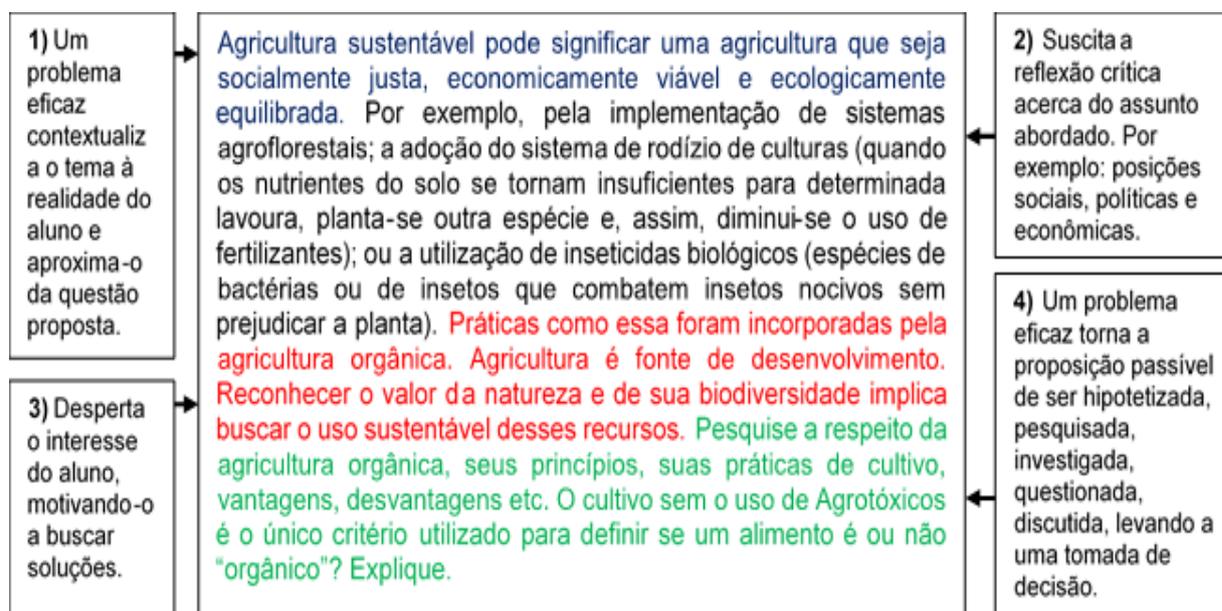
Motivados para a tarefa, os alunos foram instigados a buscar informações a respeito de classes de agrotóxicos, sua estrutura química, assim como os grupos funcionais presentes nas estruturas dos produtos químicos pesquisados. Além disso, os educandos foram levados a **investigar** acerca de alternativas para uma agricultura sem agrotóxicos ou com a diminuição de

seu uso (quarta característica de um Problema Eficaz, Figura 12). Freire (1998) afirma que “ensinar não é transferir a inteligência do objeto ao educando, mas instigá-lo no sentido de que, como sujeito cognoscente, se torne capaz de entender e comunicar o entendido” (p. 134). Nesse contexto, os aprendizes foram em busca de soluções para um problema que aflige e atinge toda a humanidade.

Epistemologicamente, quando os educandos entendem e aceitam que têm problemas para resolverem, sentem-se estimulados a buscar soluções para tais. Laudan destaca que o progresso da Ciência ocorre conforme esse itinerário de pesquisa. Assim, entende-se que os problemas não resolvidos mobilizam uma ação, pois transformar os problemas não resolvidos e anomalias em problemas resolvidos “é um dos modos pelos quais as teorias progressistas estabelecem suas credenciais científicas” (LAUDAN, 1977, p. 28).

A primeira parte do problema apresentado na Figura 13 nos remete à **contextualização**, ou seja, vincula o conhecimento à sua origem e à sua aplicação. Baseado nisso é que o conhecimento ganhará significado real para o aluno, pois é apresentado ao mesmo a respeito da agricultura sustentável, assunto que lhe diz respeito, pois é por intermédio da agricultura que satisfazemos nossa necessidade diária de alimentação, assim como sofremos as consequências de uma agricultura que traz danos ao meio ambiente e à nossa saúde pela utilização indiscriminada de agrotóxicos. As afirmações expostas nessa primeira parte ambientaram os aprendizes à temática do problema solucionado, ou seja, a utilização de uma agricultura sustentável, economicamente viável e ecologicamente equilibrada.

Figura 13: Terceiro problema com as características de um Problema Eficaz



A segunda parte do problema (Figura 13) levou os alunos a pensar, **refletir** sobre outras formas de agricultura que não agridem tanto o ambiente como a forma tradicional, utilizando menos agrotóxicos ou até mesmo não fazendo uso dessas substâncias químicas. Assim sendo, a agricultura sustentável é uma opção, já que está relacionada ao uso de um método de cultivo o qual respeita o meio ambiente e contribui para a sua preservação, não deixando de ser uma atividade economicamente viável e lucrativa. Dessa maneira, trata-se de um processo que proporciona a qualidade de vida e a capacidade de suprir as necessidades das gerações futuras, tendo em vista o cuidado da terra, da água e do ar.

A terceira parte **motivou** (Figura 13) os educandos a buscarem uma solução mais harmônica, mais saudável para práticas agrícolas que não interfiram tanto no meio em que vivemos. Apesar de diversas denominações, as agriculturas alternativas se propagam no mundo e no Brasil por intermédio de diversas correntes. Entretanto, possuem o mesmo objetivo: promover mudanças tecnológicas e filosóficas na agricultura. Essa característica do problema eficaz motivou os educandos, evidenciando que o reconhecimento do valor da natureza e sua biodiversidade acarreta a busca da utilização sustentável dos recursos do meio ambiente.

Os questionamentos feitos na quarta característica de um Problema Eficaz (Figura 13) levaram os alunos à prática, ou seja, à busca de uma solução. Dessa forma, os aprendizes foram convocados a **pesquisar** acerca da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens e desvantagens, assim como questionamentos relacionados ao que define um alimento orgânico. Sabemos que a agricultura orgânica é um processo produtivo que está comprometido com a organicidade e a sanidade da produção de alimentos vivos, com o intuito de preservar a saúde dos seres humanos. Para isso, usa tecnologias que são adequadas à realidade do local de produção. Esse tipo de agricultura não utiliza agrotóxicos e possibilita a restauração e manutenção da biodiversidade. Outrossim, utiliza fertilizantes naturais, rotatividade de culturas, uso racional da água, além de técnicas que possam ser adaptadas à realidade do local de cultivo. Notamos, durante o trabalho, que os alunos desenvolveram sua autonomia, levantaram hipóteses, investigaram para chegarem a uma solução adequada para o problema apresentado. Pela facilidade com que os alunos leram, entenderam e discutiram a situação-problema, percebemos que a elaboração do problema levou em conta a clareza e a precisão do que foi solicitado, houve uma delimitação da temática a uma dimensão viável, ocorreu o empirismo da questão, ou seja, uma situação diretamente observável, não tratando de julgamentos morais, considerações subjetivas e, além disso, a questão foi passível de ser solucionada, tanto que as resoluções apresentadas vieram ao encontro dos objetivos dos pesquisadores, mostrando a compreensão e a reflexão crítica da temática apresentada.

9.4 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O objetivo deste artigo foi apresentar as características fundamentais de um problema para ser considerado eficaz no Ensino de Ciências. Além disso, nosso estudo justificou por que essas características devem ser consideradas quando elaboramos um problema no âmbito da educação científica escolar, e exemplificamos através de 3 problemas utilizados em uma pesquisa com alunos do curso técnico em Química como podemos estruturar essas características no problema construído. Dessa maneira, pretendemos com esse material oferecer subsídios aos professores na elaboração, produção e utilização de problemas investigativos em suas aulas.

Em nossas pesquisas, percebemos que existem escassas discussões na literatura sobre como elaborar bons problemas para serem utilizados nas aulas de Ciências. Dessa maneira, a partir dos nossos dados, chegamos à conclusão de que um Problema Eficaz deve contemplar as quatro características descritas neste artigo: Contextualização (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013), Reflexão Crítica (LOUREIRO; TOZONI-REIS, 2016; COSTA; ECHEVERRIA; RIBEIRO, 2017), Motivação (FERNANDES; CAMPOS, 2017) e Proposição passível de ser investigada, hipotetizada, questionada, discutida, levando a uma tomada de decisão (LAUDAN, 1977; POZO; CRESPO, 1998).

Apresentamos as características de um Problema Eficaz numa determinada ordem, entretanto essa disposição possui apenas fins didáticos. Elas podem, conforme a elaboração pretendida, aparecer em posições diferenciadas da que apresentamos, desde que não haja prejuízo à compreensão do problema. Essa flexibilidade da disposição das características de um Problema Eficaz deve-se ao fato de elas estarem intimamente relacionadas. A contextualização, como vimos, refere-se a situações do cotidiano, da vivência do aluno. Isso, conseqüentemente, leva-o a uma reflexão crítica do problema ao qual deverá solucionar, já que está intimamente ligado ao seu dia a dia, motivando-o a buscar soluções para a situação na qual está inserido. Acreditamos que apenas a quarta característica, a proposição em si, não possa ser deslocada para outra posição, contudo nela podem constar as outras três características.

Para finalizarmos, sabemos que de nada adianta termos problemas bem formulados sobre determinados assuntos com utilidades pedagógicas, se não tivermos um planejamento e uma seqüência didática adequados para se trabalhar com atividades investigativas baseadas na RP. Dessa maneira, é fundamental que o docente perceba a importância da sua formação continuada, buscando novas metodologias de ensino e aperfeiçoamento das suas práticas em sala de aula. Nesse contexto, e por toda nossa pesquisa realizada, entendemos que a metodologia da RP é uma proposta

pedagógica que permite fazer essa associação do cotidiano dos aprendizes com os conteúdos escolares e, fazendo parte dessa metodologia de ensino, os problemas devem ser eficazes e realmente possibilitar que os alunos reflitam e sejam capazes de construir seu próprio conhecimento.

9.5 REFERÊNCIAS

- BARRERA, S. D. Teorias cognitivas da motivação e sua relação com o desempenho escolar. **Póiesis Pedagógica**, São Paulo, v.8, n.2, p.159-175, 2010.
- BATISTA, C. A. S.; PEDUZZI, L. O. Q. Concepções epistemológicas de Larry Laudan: Uma ampla revisão bibliográfica nos principais periódicos brasileiros do ensino de ciências e ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 38-55, 2019.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BRASIL. Congresso Nacional. **Lei Federal nº 9.394. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9394.htm>. Acesso em: 03 ago. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Departamento Técnico Normativo. Divisão de Meio Ambiente e Ecologia Humana. **Organização Pan-Americana de Saúde: Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**, Brasília, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular - Ensino Médio**, Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2019
- BZUNECK, J. A. As crenças de autoeficácia dos professores. In: SISTO, F.F.; OLIVEIRA, G. de; FINI, L.D.T. (Orgs.). **Leituras de psicologia para formação de professores**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2000.
- COSTA, L. S. O.; ECHEVERRÍA, A. R.; RIBEIRO, F. L. O processo de tomada de consciência e a formação de conceitos da educação ambiental na formação inicial de professores de Ciências/Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v, 17, n. 3, p. 803–834, dez. 2017.
- DE DAVID, L. síntese do seminário sobre mudanças climáticas desafios da sustentabilidade e da produção de alimentos saudáveis. In: DE DAVID, L. et al. (Org.). **Agricultura familiar, produção de alimentos saudáveis e preservação ambiental: relatório verde 2018**. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2018. p. 119-134.
- ECHEVERRÍA, M.D.P.P.; POZO, J.I.; Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 13-42.

- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2.ed., Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p.
- FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/fao-fome-aumenta-no-mundo-e-afeta-821-milhoes-de-pessoas/>>. Acesso em: 03 ago. 2019.
- FERNANDES, L. S.; CAMPOS, A. F. Tendências de pesquisa sobre a resolução de problemas em Química. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 3, p. 458-482, 2017.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.
- GEWANDSZNAJDER, F. **Projeto Teláris: Ciências da Natureza, Planeta Terra**. v. 6. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015. 264 p.
- GIL-PEREZ, D.; MARTINEZ TORREGROSA, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. **European Journal of Science Education**, v. 5, n. 4, p. 447-455, 1983.
- LAUDAN, L. **Progress and it's problems**. Towards a theory of scientific growth. London: Outledge & Kegan Pau, 1977. 275 p.
- LEWANDOWSKI, I.; HARDTLEIN, M.; KALTSCHMITT, M. Sustainable crop production: definition and methodological approach for assessing and implementing sustainability. **Crop Sciences**, v. 39, p. 184-193, 1999.
- LOUREIRO, C. F. B.; TOZONI-REIS, M. F. C. Teoria Social Crítica e Pedagogia Histórico-Crítica: contribuições à educação ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 33, p. 68-82, 2016.
- LOURENÇO, A. A.; PAIVA, M. O. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências e Cognição**, v. 15, n. 2, p. 131-141, 2010.
- MESQUITA, S. A. **Avaliação da contaminação do leite materno por pesticidas organoclorados persistentes em mulheres doadoras do banco de leite do Instituto Fernandes Figueira, RJ**. 2001. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Nacional de Saúde/Fundação Oswaldo Cruz., Rio de Janeiro, 2001.
- MARTÍNEZ, F. P.; MARTÍNEZ AZNAR, M. M.; La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 3, p. 469- 492, 2014.
- MARTÍNEZ AZNAR, M. M. M.; ARTECHE, R. I.; LESARRI, P. G. La resolución de problemas profesionales como referente para la formación inicial del profesorado de física y química. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias**, v. 14, n. 1, p. 162-180, 2017.
- OLIVEIRA, C. B. E.; ALVES, P. B. Ensino fundamental: papel do professor, motivação e estimulação no contexto escolar. **Paidéia**, v.15, n.31, 227-238, 2005.
- OLIVEIRA, J. E. B. M. A motivação ética no processo de ensino/aprendizagem na formação de professores do ensino fundamental. Rio de Janeiro/2008. 254 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- OMS (Organisation Mondiale De La Santé); Critères d' Hygiène de l'Environnement: DDT et ses Dérivés. Grande Bretagne, 1982, vol. 9.
- PEREIRA, E. M.; CARSON, R. Ciência e Coragem. **Ciência Hoje**, v. 296, p. 72-73, 2012.

POZO, J.I. (Org). **A Solução de Problemas:** Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998.

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

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G.; A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências:** do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PREISS, P.; VASCONCELLOS, F. C. F.; SCHNEIDER, S. Agricultura e alimentação para o século 21 – novas referências, desafios e perspectivas. In: DE DAVID, L. et al. (Org.). **Agricultura familiar, produção de alimentos saudáveis e preservação ambiental:** relatório verde 2018. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Rio Grande do Sul, 2018. p. 37-58.

RAMPAZZO, S. E. A questão ambiental no contexto do desenvolvimento econômico. In: BECKER, D. F. (Org.). **Desenvolvimento sustentável:** necessidade e/ou possibilidade? Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1997. p. 157-188.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A Resolução de Problemas na Educação Básica: O Processo de Elaboração de Problemas sobre a Temática Ambiental Agrotóxicos. In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 38., 2018, Canoas. **Anais...** Canoas: Ulbra, p. 1- 8, 2018. Disponível em: <<http://edeq.com.br/submissao/index.php/EDEQ/38edeq/paper/view/555/81>>. Acesso em: 29 out. 2019.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade:** Química cidadã. 2 ed. São Paulo: AJS, 2013. 320 p.

SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano:** ciências da natureza e matemática ensino médio: educação de jovens e adultos. 1. ed. São Paulo: Global, 2013. 510p.

SILVA, P. C.; GUIMARÃES, F. L. **Controle de Vetores:** Procedimentos de Segurança. Brasília: FUNASA, 2010, 208 p.

SOUZA, M. V. **Resíduos de Agrotóxicos Ditiocarbamatos e Organofosforados em Alimentos Consumidos no Restaurante Universitário-UNB: Avaliação da Exposição Humana.** 2006. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L., BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, mai. 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224p.

Capítulo 10

DISCUSSÃO INTEGRADA DOS RESULTADOS

A utilização da metodologia da RP, relacionada à temática agrotóxicos numa perspectiva interdisciplinar e com os princípios da EA crítica, levou os educandos, sujeitos desta pesquisa, a perceberem de maneira crítica e reflexiva os malefícios que o uso indiscriminado de agrotóxicos pode acarretar ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana.

O AUTOR.

10 DISCUSSÃO INTEGRADA DOS RESULTADOS

Para o aprofundamento das ideias apresentadas que apoiam a presente tese e sustentar o que a pesquisa defende, este trabalho foi organizado em onze capítulos, sendo que sete deles estão apresentados em formato de artigos, sendo os dois primeiros de revisão bibliográfica. Já os artigos três, quatro, cinco e seis referem-se à pesquisa com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB. O sétimo artigo originou-se da experiência dos investigadores, tendo em vista a elaboração de problemas para esta pesquisa.

Dessa forma, o primeiro artigo, “A Resolução de Problemas em Diferentes Etapas e Modalidades da Educação Básica: Uma Revisão Bibliográfica”, foi elaborado com a finalidade de verificar a viabilidade da RP com alunos de diferentes níveis e modalidades da Educação Básica. Com essa intenção, realizou-se um levantamento bibliográfico nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências entre os anos de 2011 a 2017. Após a análise de conteúdo realizada nos trabalhos, verificou-se que das 43 pesquisas identificadas, 18 tratavam de metodologias baseadas na RP com alunos da EB. Além disso, os artigos examinados revelaram que metodologias problematizadoras podem aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem e, da mesma forma, foram expressivas para que os aprendizes fossem autônomos na construção de seu próprio conhecimento. Outrossim, verificou-se que os temas dos artigos praticamente não se repetiram, demonstrando uma grande variedade de conteúdos conceituais que podem ser utilizados, tendo em vista metodologias problematizadoras que tenham como base a RP, as quais são capazes de fazer com que os educandos estejam em contato com atividades que os façam refletir criticamente sobre os temas e os conteúdos abordados nas CN. Da mesma forma, averiguou-se que existem poucas pesquisas na EB acerca da RP, entretanto, quando utilizadas com uma sequência didática apropriada e o professor entendendo seu papel como mediador do conhecimento nessas atividades investigativas, essas pesquisas utilizando a RP na educação em Ciências podem ser eficazes para o processo de ensino e aprendizagem.

Ainda com o intuito de se validar a pesquisa, escreveu-se um segundo artigo que tem como título “A Resolução de Problemas Relacionada com a Temática Ambiental Agrotóxicos no Ensino de Ciências: Uma Revisão Bibliográfica”. Assim sendo, esse artigo teve como meta analisar de que maneira a temática ambiental agrotóxicos pode ser contextualizada, tendo em vista metodologias que utilizaram a RP, podendo, assim, aperfeiçoar a qualidade do Ensino de Ciências e o estudo efetuado. Para tal, realizou-se uma revisão bibliográfica em periódicos Qualis/CAPES na área de ensino e educação em Ciências classificados em estratos de qualidade A1, A2 e B1, os quais associaram direta ou indiretamente a temática ambiental agrotóxicos a propostas

pedagógicas centradas na RP. Verificou-se que 11 artigos científicos relacionaram direta ou indiretamente a RP no ambiente escolar com a temática ambiental agrotóxicos. Tendo em vista os princípios da interdisciplinaridade, notou-se que mais da metade dos artigos analisados tratou sobre esse tipo de perspectiva de ensino e dos seis trabalhos que associaram diretamente a temática agrotóxicos à RP, cinco deles atingiram, segundo seus autores, a finalidade de levar os educandos a uma tomada de consciência a respeito dos perigos que os agrotóxicos causam ao meio ambiente e à saúde humana. Os resultados positivos alcançados por essas cinco pesquisas estão relacionados à dinâmica desenvolvida na proposta pedagógica, uma vez que a utilização da RP oportunizou o desenvolvimento de conhecimentos (ZABALA, 1998) acerca da temática ambiental agrotóxicos dos sujeitos das pesquisas analisadas. Haja vista a pouca quantidade de artigos encontrada na busca realizada, crê-se que exista uma escassez de trabalhos no campo do uso indiscriminado de agrotóxicos relacionada a uma metodologia que leve os educandos a refletirem criticamente a respeito de temas que os atingem no seu dia a dia.

A julgar pelos dois primeiros artigos, que tiveram como objetivo dar sustentação, validação e aprimoramento a esta pesquisa, acredita-se que eles evidenciaram a importância de se trabalhar a metodologia da RP aliada à temática agrotóxicos, uma vez que essa metodologia de ensino é bastante eficiente, sendo capaz de oportunizar aos educandos uma mobilização de conhecimentos no que tange à procura de uma resposta para uma situação-problema apresentada a qual está contextualizada à vivência dos alunos. Assim, abordando a utilização de agrotóxicos, que causa prejuízos ao meio ambiente e à saúde humana, a metodologia da RP possibilita o desenvolvimento autônomo dos aprendizes que, a partir do momento em que se inter-relacionam com os saberes e com o ambiente no qual estão inseridos, trabalhando um conteúdo que lhes diz respeito, aprendem e organizam seus conhecimentos como parte de sua construção pessoal. Dessa maneira, os estudantes aprendem a aprender, construindo estratégias, refletindo criticamente acerca de uma situação a qual vivenciam, trabalhando em grupos, construindo hipóteses, respeitando opiniões divergentes até chegarem a um consenso. Isso tudo, com uma sequência pedagógica bem pensada e planejada pelo professor, bem como o uso de problema(s) bem estruturado(s), pode proporcionar aos estudantes uma dinâmica envolvente, motivadora, dialógica na qual o professor é o mediador da aprendizagem e os educandos constroem seu próprio conhecimento, sendo protagonistas dessa aprendizagem.

Após os dois artigos de revisão bibliográfica que legitimaram a importância desta pesquisa, considerando-se a metodologia da RP associada à temática agrotóxicos, passou-se para a pesquisa prática para que se investigasse o que este estudo de doutorado defende. Dessa maneira, elaborou-se uma sequência didática, assim como problemas relacionados aos agrotóxicos para alunos do

EF, EM, EM/EJA e TQ, cada um com tópicos de discussão diferentes, mas que, com a investigação, pôde-se relacioná-los e fundamentar esta tese de doutorado.

Dessa maneira, no artigo 3, cujo título é “A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas no Ensino Fundamental”, um dos principais focos de discussão foi a EA crítica (GUIMARÃES, 2004; TOZONI-REIS, 2007, 2008). Sabe-se que os problemas ambientais são frutos da maneira como a sociedade determina suas relações com o meio ambiente, tendo em vista a extração de recursos naturais, o consumo exagerado da sociedade moderna, a poluição do ar, solo e águas, exigindo, por isso, um pensamento crítico e reflexivo acerca dessas ações. Assim sendo, tendo em vista os problemas apresentados e a sequência didática implementada, observou-se que, durante a investigação, os sujeitos da pesquisa puderam compreender de forma crítica e reflexiva que os agrotóxicos são um perigo ao meio ambiente e, conseqüentemente à saúde dos seres vivos. Percebeu-se isso pelas respostas dos educandos, durante a mediação dos pesquisadores na sequência didática implementada, por intermédio das perguntas e respostas dos aprendizes, além dos apontamentos no diário de campo e da análise do áudio da pesquisa, constatando-se que os alunos foram capazes de relacionar os processos de preservação do meio ambiente aos sociais no que tange à leitura de mundo, na forma de intervir na realidade e de existir na natureza. Apesar dos resultados positivos obtidos, da motivação e do interesse da turma na resolução dos problemas e também das soluções adequadas apresentadas, notou-se uma certa dependência dos educandos, uma vez que foi o grupo no qual mais os investigadores tiveram de intervir. Dessa maneira, o papel dos pesquisadores como professores mediadores foi fundamental, já que tiveram de auxiliar, em alguns momentos, na leitura e compreensão de alguns problemas em determinados grupos ou até mesmo na apresentação oral das resoluções, quando um grupo, tendo toda a explicação do problema em um cartaz com gravuras que ilustravam a resolução, demonstrou dificuldade em fazer uso dessas informações, necessitando da mediação dos investigadores. Acredita-se que essa dependência esteja associada à pouca idade, a estarem ainda no nono ano do EF, ou talvez pela falta de hábito em apresentarem trabalhos oralmente para a turma, pois isso ficou evidenciado nas respostas dadas pelos educandos que careciam de informações mais pontuais ou mesmo pela ausência de um vocabulário mais preciso. Entretanto, nada disso impediu os aprendizes de expressarem suas noções acerca do que são agrotóxicos e que essas substâncias químicas não fazem bem aos seres vivos e ao meio ambiente, assim como de perceberem que os alimentos sem agrotóxicos são mais saudáveis para o consumo humano. Dessa maneira, pôde-se trabalhar interdisciplinarmente a metodologia de RP aliada à temática agrotóxicos numa perspectiva ambiental crítica (GUIMARÃES, 2004; TOZONI-REIS,

2007, 2008) e sendo capaz de desenvolver nos alunos a tomada de consciência sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar.

O 4º artigo “Metodologia de Resolução de Problemas no Ensino Médio: Uma Proposta Interdisciplinar abordando o Tema Agrotóxicos” teve como base a investigação do desenvolvimento das principais tipologias de aprendizagem (desenvolvimento dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais) (ZABALA, 1998). Assim sendo, no decorrer das discussões das atividades efetuadas com os aprendizes, a análise estava principalmente focada no desenvolvimento dos tipos de conhecimentos, nas ações dos estudantes, através da metodologia empregada. Isto posto, os conteúdos conceituais foram verificados em situações relacionadas às propostas de soluções, oportunizando que os novos conteúdos se relacionassem com os conhecimentos prévios dos educandos (ZABALA, 1998). Os conteúdos procedimentais foram percebidos na aquisição, interpretação e análise da informação, além da organização conceitual dessa informação no decorrer de todo o processo da pesquisa. No que diz respeito aos conteúdos atitudinais, estes foram averiguados na concretização por intermédio da ajuda mútua, no respeito à opinião alheia e na responsabilidade na execução das tarefas solicitadas. Por conseguinte, mediante a metodologia utilizada e através dos conteúdos de aprendizagem analisados, verificou-se uma tomada de consciência por parte dos aprendizes no que se refere à temática ambiental agrotóxicos e aos efeitos nocivos que esses produtos químicos podem acarretar aos homens, aos animais e ao meio ambiente.

Além do mais, percebeu-se, durante a sequência didática efetuada, uma grande criatividade por parte dos estudantes do EM. Num dos momentos dessa sequência, por exemplo, os aprendizes confeccionaram cartazes alusivos aos problemas os quais tiveram de resolver. Esse material auxiliou-os na explicação das hipóteses levantadas, assim como a explicar de que maneira haviam solucionado as situações-problema a eles propostas. Os desenhos, a organização, as informações escolhidas, a forma como os grupos se posicionaram para a apresentação, a impostação das vozes demonstraram atitudes muito criativas que favoreceram a atenção dos ouvintes e o entendimento do que estavam apresentando.

“A Metodologia da Resolução de Problemas: Uma Proposta Interdisciplinar sobre Agrotóxicos na Educação de Jovens e Adultos” foi o quinto artigo escrito. Enfocou-se, nesse trabalho, a interdisciplinaridade (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994), uma vez que os alunos da EJA são aqueles que não tiveram oportunidade de estudar na idade própria, estando inseridos no mercado de trabalho. Dessa maneira, estão à procura de formação rápida com o intuito de crescerem profissionalmente e, nessa perspectiva, a modalidade EJA prevê oportunidades educacionais adequadas às características de seus frequentadores, assim como aos seus interesses,

condições de vida e de trabalho. Deve-se entender a EJA como uma modalidade que deveria fazer uso de uma metodologia própria, a qual fosse centrada na experiência e nos conhecimentos adquiridos por seus educandos no decorrer de suas vidas. Nesse contexto, nota-se que a seleção de conteúdos, materiais didáticos e metodologias de ensino e de avaliação devem ter um olhar diferenciado por parte dos professores, já que, em sua maioria, os frequentadores da EJA são cidadãos que trabalham em período integral. Assim sendo, os docentes devem ter suas ações voltadas a motivar os educandos para o gosto pelo aprender, em atividades dinâmicas que levem esses alunos a refletirem, a interagirem com o objetivo de se apropriarem do conhecimento. Nesse contexto, percebeu-se que a metodologia da RP foi capaz de proporcionar essas características no processo de ensino e aprendizagem. Em uma metodologia como essa, o docente desempenha um papel essencial, ou seja, o de agir como mediador do processo de construção do conhecimento, utilizando atividades pedagógicas ativas, dialógicas, críticas e que realmente possam ser significativas para os educandos da EJA.

Dessa maneira, acredita-se que a interdisciplinaridade (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994), aliada à metodologia da RP, contempla as características de um ensino que leve à reflexão crítica, tornando os educandos protagonistas no processo de ensino e aprendizagem.

O processo de educação no mundo atual requer a interdisciplinaridade, uma vez que ela está pautada pela intensidade das trocas de saberes entre os agentes envolvidos e pelo grau de integração real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de investigação (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994). Isso, tendo em vista a integração das disciplinas e a contextualização dos conteúdos de ensino de maneira mais significativa. No que tange ao trabalho interdisciplinar, uma das perguntas realizadas aos sujeitos da pesquisa ao final do trabalho, solicitava que os educandos comentassem sobre o trabalho interdisciplinar efetuado com docentes de Química e Língua Portuguesa. A maioria das respostas evidenciou a aceitação das atividades propostas, estando duas disciplinas envolvidas, classificando-as como inovadoras e diferenciadas. Alunos afirmaram, também, que havia sido interessante ter duas disciplinas abordando o mesmo tema ou que o método utilizado havia sido dinâmico, tendo eles a percepção de que realmente tudo estava interligado. Dessa maneira, verificou-se que a proposta em aplicar a metodologia da RP, numa perspectiva interdisciplinar (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994), contribuiu para o desenvolvimento de uma atividade escolar interessante e motivadora, segundo o retorno de alguns educandos.

As contribuições dos educandos consolidaram os pressupostos que embasam esta pesquisa no que se relaciona à perspectiva interdisciplinar proposta por Olga Pombo e Hilton Japiassu, uma vez que elas enfatizaram a importância de existir um trabalho em conjunto entre os docentes das diferentes disciplinas, entretanto com objetivos convergentes (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994).

Além disso, com esse tipo de intervenção, notou-se que os educandos da EJA trouxeram para os problemas a serem solucionados a sua experiência de vida, já que as situações-problema sugeridas estavam contextualizadas ao seu cotidiano. Durante as discussões em grupo, observou-se os sujeitos da pesquisa trocando ideias em seus grupos, cada participante dando a sua contribuição, relatando fatos da sua própria vivência relacionados, por exemplo, à construção de uma horta sem aditivos químicos, utilização de produtos naturais contra determinadas pragas, entre outros. Constatou-se que os problemas os motivaram, já que faziam parte da sua realidade, afetavam-nos diretamente e, ao tentarem solucioná-los, estavam em busca de uma resolução para o bem comum de todos, assim como de sua comunidade.

O sexto artigo, intitulado “A Metodologia da Resolução de Problemas no Ensino Técnico em Química: A Temática Ambiental Agrotóxicos” teve como foco a autonomia (FREIRE, 2000) dos estudantes. Por frequentarem um curso TQ, verificou-se que esses educandos, em sua grande maioria, possuíam uma maior autonomia no que diz respeito aos conhecimentos referentes ao tema abordado na pesquisa, comparando-os com os estudantes dos EF, EM, EM/EJA dos artigos anteriormente analisados. Isso, provavelmente, deve-se ao fato de o curso preparar o futuro profissional com formação em Técnico em Química para ser habilitado, científica e tecnologicamente, a trabalhar em laboratórios de química, microbiologia, no controle e monitoramento de processos industriais da área de Química, no controle de qualidade de matérias-primas e produtos e na prestação de serviços técnicos, acatando normas de segurança e proteção ambiental, operando com postura ética e profissional. Além do mais, esse profissional precisa entender a Química do meio ambiente com o intuito de aprimorar a qualidade de vida do nosso planeta, por intermédio do desenvolvimento sustentável. As discussões presenciadas pelos pesquisadores, desde o início do trabalho, evidenciaram os conhecimentos prévios que esses aprendizes traziam consigo acerca da temática agrotóxicos. Assim sendo, assistiu-se a profícuos debates acerca do que estava sendo proposto. Além disso, à medida que os estudantes trabalhavam, os investigadores estavam sempre à sua disposição, oferecendo-lhes os esclarecimentos necessários com o intuito de lograrem êxito em sua atividade, numa postura dialógica, levando-os a sanarem suas dúvidas por intermédio de perguntas condutoras, nunca lhes dando diretamente as respostas aos questionamentos feitos. O objetivo era de que eles próprios pensassem e refletissem criticamente acerca de suas indagações. Essa concepção vai ao encontro de apontamentos dos referenciais teóricos deste trabalho, Antoni Zabala e Paulo Freire. Agindo de forma ativa, o papel do docente possibilita que o educando desenvolva autonomia na tomada de decisões e na resolução de diferentes problemas que surgirão em seu cotidiano. Um aluno que tenha autonomia é uma pessoa proativa a qual possui a capacidade de resolver mais fácil e adequadamente um problema,

tanto os dentro do ambiente escolar, quanto os fora da escola, aprendendo a ser crítico no que tange ao que pensa e produz (FREIRE, 2000; ZABALA, 1998). Nessa linha de pensamento, notou-se que a metodologia da RP foi capaz de ajudar os alunos do TQ a instigar a autonomia dos mesmos.

Dessa forma, o que se verificou, no decorrer da sequência pedagógica utilizada, foi essa autonomia dos aprendizes que, com seus colegas, nos grupos formados, foram responsabilizando-se por sua própria aprendizagem, organizando-se, debatendo, levantando hipóteses, tomando notas, pesquisando nos materiais de apoio, utilizando seu conhecimento prévio sobre o tema abordado, assim como elaborando o relatório final de como chegaram à solução dos problemas sugeridos. A autonomia também foi verificada durante a apresentação oral, tendo em vista a segurança com que realizaram a apresentação e o conhecimento acerca do tema do problema sugerido.

Cabe salientar que se escolheu realizar a pesquisa em encontro único de cinco ou seis períodos de 50 minutos ininterruptos pelo fato de a frequência dos alunos na EB ser baixa, principalmente à noite quando se procedeu à pesquisa no EM/EJA e no TQ. Assim sendo, os sujeitos da pesquisa participaram do trabalho proposto desde o início até o final. Dessa forma, por intermédio das intervenções pedagógicas efetuadas, das observações dos investigadores, da participação efetiva dos educandos, das discussões nos grupos, das intervenções por parte dos pesquisadores, do levantamento de hipóteses por parte dos elementos dos grupos, da tomada de decisão para a resolução dos problemas, da produção dos relatórios escritos, da confecção dos cartazes que auxiliaram na apresentação oral, assim como do debate final percebeu-se que os estudantes tiveram uma tomada de consciência e se apropriaram do que lhes foi apresentado, entendendo o real perigo dos agrotóxicos.

Haja vista os artigos três, quatro, cinco e seis, percebeu-se que apesar das diferentes etapas e modalidades da EB, nas quais este estudo foi aplicado, os objetivos assinalados foram alcançados. Notou-se que o emprego da metodologia da RP, relacionado à temática agrotóxicos numa perspectiva interdisciplinar e com os princípios da EA crítica (GUIMARÃES, 2004; TOZONI-REIS, 2007, 2008), levou os educandos, sujeitos desta pesquisa, a perceberem de maneira crítica e reflexiva os malefícios que o uso indiscriminado de agrotóxicos pode acarretar ao meio ambiente e, conseqüentemente, à saúde humana. Crê-se que os resultados positivos, os quais foram obtidos, estão relacionados à metodologia da RP, à interdisciplinaridade, à EA crítica, à sequência didática, assim como à temática agrotóxicos empregadas. Com todas as turmas trabalhadas, verificou-se que a metodologia empregada foi uma novidade com a qual a grande maioria dos alunos gostou de trabalhar, sendo aprovada pelos educandos em respostas aos questionários aplicados. Outrossim, tendo em vista os resultados analisados, as estratégias

investigativas utilizadas contribuíram para o aprimoramento dos alunos no que se refere à temática ambiental trabalhada nesta investigação, já que os resultados das pesquisas apontaram para uma tomada de consciência dos educandos no que diz respeito ao uso excessivo de produtos químicos e suas consequências ao meio ambiente e aos seres humanos, de maneira reflexiva e crítica. Outrossim, observou-se que a metodologia empregada oportunizou aos estudantes desenvolverem habilidades e competências que os tornaram capazes de construir seu próprio conhecimento, já que a metodologia da RP, aliada à interdisciplinaridade, levou os educandos, por intermédio da ação mediadora dos pesquisadores, a uma reflexão crítica do assunto abordado, trazendo debates aos grupos, posicionamentos, respeito a ideias divergentes, levantamento de hipóteses, tomadas de decisões, tornando-os autônomos no seu processo de ensino e aprendizagem.

Da mesma maneira, notou-se que os educandos dos diferentes níveis e modalidades da EB, participantes desta investigação de doutorado, em sua grande maioria, alcançaram os objetivos propostos no trabalho. Dessa forma, acredita-se que a metodologia da RP, associada à interdisciplinaridade, à EA crítica (GUIMARÃES, 2004; TOZONI-REIS, 2007, 2008) e a um tema do cotidiano dos aprendizes é viável e deve ser aplicada em prol das aulas das CN, tornando o ensino e a aprendizagem mais atraentes e significativos, tendo um maior envolvimento dos educandos, tornando-os protagonistas desse processo educativo que os faz críticos, reflexivos e autônomos. Os estudos aqui realizados revelaram que a metodologia da RP ainda é pouco utilizada nas escolas de EB, talvez isso se deva ao fato de que essas instituições de ensino, ainda estarem atreladas a métodos tradicionais e conteudistas o que nos faz refletir acerca dessa problemática e o quanto métodos mais dinâmicos de ensino seriam benéficos à educação integral dos estudantes.

Houve algumas mudanças na duração de alguns momentos da sequência didática, do planejamento inicial, mas que não acarretaram prejuízos nos resultados desta investigação. Os alunos do EM tiveram mais dificuldade que a prevista na elaboração das hipóteses de resolução de problemas, entretanto conseguiram fazer o relatório escrito e a confecção de cartazes mais rapidamente do que o tempo planejado por nós inicialmente. Os educandos do EM/EJA, mesmo não tendo que confeccionar os cartazes, necessitaram de mais tempo para produzirem os relatórios escritos com as resoluções dos problemas e, também, mais tempo em apresentarem suas ideias no momento da plenária das resoluções, o que diminuiu o tempo do debate coletivo no final da atividade. Já na pesquisa realizada com os estudantes do TQ, percebemos que nas etapas I e V, introdução dos alunos ao tema e apresentações das resoluções respectivamente, os alunos, além de exporem suas ideias, utilizaram-se de mais argumentos, comparando-os com os alunos das outras pesquisas que realizamos, para sustentarem suas convicções perante o grupo, inclusive na Etapa I,

cujo momento era de os pesquisadores apresentarem o tema. Entretanto, em alguns momentos, os investigadores eram questionados pelos estudantes sobre o tema que estava sendo apresentado.

Apesar de os alunos das diferentes etapas e modalidades da EB terem chegado aos mesmos objetivos, notaram-se diferenças e foi necessário atuar conforme os níveis e as idades dos integrantes da pesquisa para se chegar aos resultados positivos os quais foram obtidos. Dessa forma, observou-se uma certa dependência dos alunos do EF, criatividade dos alunos do EM, experiência de vida dos estudantes da EJA e autonomia dos alunos das diferentes etapas de um TQ.

Diante de toda esta pesquisa teórico e prática, e mostrando o quanto se pôde apropriar dos referenciais teóricos investigados neste estudo, propôs-se o sétimo e último artigo constante neste trabalho: “As Características de um Problema Eficaz: Como os Professores Podem Potencializar as Atividades Baseadas em Resolução de Problemas no Ensino de Ciências”. Esse trabalho científico foi elaborado a partir dos dados teóricos utilizados para que fossem escritos os artigos que constituem este trabalho, assim como da experiência dos pesquisadores na confecção dos problemas a serem apresentados aos sujeitos das pesquisas, tendo em vista as diferentes etapas e modalidades de ensino da EB as quais contemplam esta investigação. Além disso, verificou-se que há uma escassez de debates na literatura a respeito de como produzir bons problemas com o intuito de serem empregados nas aulas de Ciências com metodologias baseadas na Resolução de Problemas. Assim sendo, em decorrência das pesquisas efetuadas pelos investigadores, constatou-se a necessidade de se construir situações-problema que possuíssem bons enunciados e bem estruturadas com o intuito de auxiliar o docente e o discente no entendimento e na compreensão do que realmente necessita ser solucionado. Podendo, dessa forma, favorecer as potencialidades de metodologias baseadas na RP. Por conseguinte, para a elaboração desses problemas, estabeleceu-se construir situações-problema que contextualizassem o tema a ser abordado, que o assunto levasse a uma reflexão crítica por parte dos sujeitos das pesquisas, motivando-os para solucionarem os problemas sugeridos, além de compor uma proposição passível de ser compreendida com facilidade, hipotetizada, pesquisada, discutida, tendo como finalidade os educandos chegarem a uma tomada de decisão e, posteriormente, a uma resolução adequada ao problema proposto. Dessa maneira, haja vista as experiências teóricas e práticas dos investigadores com a utilização da RP chegou-se à conclusão de que um Problema Eficaz deve apresentar as quatro características que seguem: 1) Contextualizar o tema à realidade do aluno e aproximá-lo da questão proposta, 2) Suscitar a reflexão crítica acerca do assunto abordado, 3) Despertar o interesse do aluno, motivando-o a buscar soluções, 4) Tornar a proposição passível de ser hipotetizada, pesquisada, investigada, questionada, discutida, levando a uma tomada de decisão.

Entretanto, tendo em vista o aporte teórico e prático desta investigação, notou-se que são muitos os fatores que levam ao sucesso nas atividades de pesquisa propostas centradas na RP, quais sejam: Objetivos que se deseja atingir, os conteúdos que se almeja trabalhar, os conhecimentos que se quer que os estudantes se apropriem, a sequência didática empregada, o papel do docente como mediador, as classificações do(s) problema(s), as características do(s) problema(s) utilizado(s), em suma, o planejamento e a execução da proposta pedagógica são essenciais para o sucesso da atividade, além das características de um Problema Eficaz.

O último artigo justificou os motivos pelos quais as características de um Problema Eficaz devem ser consideradas quando se constrói um problema na esfera da educação científica, e exemplificou-se, por intermédio de três situações-problema empregadas no sexto artigo com alunos do TQ, de que maneira essas características podem ser estruturadas no problema elaborado.

Portanto, almeja-se com a apresentação dessas características oferecer subsídios aos docentes na confecção, produção e emprego de problemas investigativos em suas aulas.

10.1 REFERÊNCIAS

- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. 165 p.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYTARGUES, P. P. (Org). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília, MMA. Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 25-35.
- JAPIASSU, H. Prefácio. In: Fazenda, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. 3 ed. São Paulo: Loyola, 1991. 119 p.
- POMBO, O. A interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. In: POMBO, O.; LEVY, T.; GUIMARÃES, H. (Org). **A interdisciplinaridade**: reflexão e experiência. Lisboa: Texto, 1994.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: TOZONI-REIS, M. F. C. (Org.) **A questão ambiental no pensamento crítico**: natureza, trabalho e educação. Rio de Janeiro: Quartet, 2007, p. 177-221.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, 155-169, 2008.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

Capítulo 11

A TESE QUE SE DEFENDE NESTA INVESTIGAÇÃO

A metodologia da Resolução de Problemas, trabalhada com os princípios e fundamentos da interdisciplinaridade e da Educação Ambiental crítica, foi capaz de desenvolver nos estudantes da Educação Básica os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a autonomia, referentes aos problemas ambientais e à tomada de consciência a respeito da utilização dos agrotóxicos.

O AUTOR.

11 A TESE QUE SE DEFENDE NESTA INVESTIGAÇÃO

Esta tese de doutorado teve como objetivo principal *avaliar as formas de contribuição da sequência pedagógica aplicada, baseada na RP, para o desenvolvimento, nos alunos da EB, da autonomia e dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os riscos que os agrotóxicos podem causar*, haja vista uma perspectiva interdisciplinar e uma EA crítica, com estudantes de diferentes etapas e modalidades da EB. Com essa finalidade, o estudo foi realizado com as contribuições teóricas de autores como Frederico Peres da Costa e Josino Costa Moreira sobre Agrotóxicos; Olga Pombo e Hilton Japiassu referentes à interdisciplinaridade; Marília Freitas de Campos Tozoni-Reis e Mauro Guimarães acerca da Educação Ambiental Crítica; Antoni Zabala sobre as tipologias de aprendizagem; Paulo Freire a respeito da autonomia; María Del Puy Pérez Echeverría, e Juan Ignacio Pozo referentes aos aspectos pedagógicos da Resolução de Problemas e Larry Laudan referentes aos aspectos epistemológicos da Resolução de Problemas.

Para se averiguar a exequibilidade da proposição, foi realizada uma revisão bibliográfica a respeito de propostas pedagógicas baseadas na RP e, posteriormente, essas metodologias de ensino associadas à temática ambiental agrotóxicos.

Assim sendo, esta pesquisa tem como temática a EA relacionada à utilização de agrotóxicos e suas consequências ao meio ambiente e, por conseguinte, à saúde humana. Acredita-se que esse tópico é de fundamental importância no contexto escolar como tema a ser trabalhado interdisciplinarmente, com uma perspectiva da EA crítica (GUIMARÃES, 2004; TOZONI-REIS, 2007, 2008) e de forma contextualizada, por intermédio da metodologia da RP.

Esta investigação defende, dessa maneira, um aporte para a evolução do conhecimento científico na área da educação em Ciências, uma vez que a metodologia da RP, trabalhada com os princípios e fundamentos da interdisciplinaridade (JAPIASSU, 1991; POMBO, 1994) e da EA crítica (GUIMARÃES, 2004; TOZONI-REIS, 2007, 2008), foi capaz de desenvolver nos estudantes da EB os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998), bem como a autonomia (FREIRE, 2000), referentes aos problemas ambientais e à tomada de consciência a respeito da utilização dos agrotóxicos.

Nesse contexto, foram realizadas quatro intervenções pedagógicas com alunos de diferentes níveis e modalidades da EB, tendo em vista uma atividade interdisciplinar entre Ciências/Química e Língua Portuguesa com o intuito de aplicar a metodologia da RP, em uma perspectiva ambiental crítica (GUIMARÃES, 2004; TOZONI-REIS, 2007, 2008) e contextualizar o trabalho com a temática ambiental agrotóxicos. Ao mesmo tempo, a investigação teve como

objetivos específicos: elaborar materiais didáticos relacionados à presença e ao tratamento de agrotóxicos no ambiente, com a finalidade de serem utilizados nas escolas de EB; analisar a contribuição das estratégias investigativas para o aperfeiçoamento do conhecimento dos educandos sobre os temas da EA trabalhados nesta investigação; possibilitar aos alunos desenvolverem habilidades e competências, tornando-os capazes de construir seus próprios conhecimentos; contribuir para a tomada de consciência dos estudantes da EB em relação aos problemas ambientais que os agrotóxicos podem acarretar; avaliar os resultados obtidos com a utilização da metodologia da RP.

Por intermédio da ação como pesquisadores/professores, tendo alunos da EB como sujeitos da pesquisa, pode-se afirmar que os educandos, durante a maioria do tempo das intervenções pedagógicas, utilizando a RP como metodologia de ensino, mostraram-se atentos, participativos, motivados e, em algumas situações, autônomos em suas atitudes. Entendendo o papel dos pesquisadores como professores mediadores, houve interferências que foram feitas durante os trabalhos para sanar algumas dúvidas, sempre de uma forma dialógica na qual docente e discente foram construindo o conhecimento.

Verificou-se que, durante a leitura dos problemas pelos grupos, de uma maneira geral, os alunos revelaram-se interessados pelas atividades propostas, uma vez que à medida que liam os problemas, discutiam entre si as questões solicitadas. Nessas discussões, notou-se a motivação dos sujeitos da pesquisa para a solução dos problemas contextualizados à sua realidade, ao seu dia a dia, já que a temática agrotóxicos atinge a todos nós. Da mesma forma, ouviram-se discussões que envolveram a reflexão crítica de alguns alunos em relação aos motivos pelos quais o governo não incentiva agriculturas alternativas, sem utilização de agrotóxicos ou, no mínimo, com a diminuição dessas substâncias químicas. Escutaram-se nos grupos afirmações de que o governo lucra com a venda de agrotóxicos e que há alternativas para uma agricultura orgânica, explicando algumas delas. Devido às atitudes dos alunos, às suas discussões e à apresentação oral das soluções dos problemas percebeu-se que as situações-problema apresentadas foram passíveis de serem hipotetizadas, questionadas, pesquisadas, discutidas, levando a uma tomada de decisão. Ao final de cada intervenção pedagógica, os alunos responderam a um questionário no qual lhes foi perguntado sobre a linguagem dos problemas. A grande maioria respondeu que a linguagem era simples, objetiva, fácil de ser compreendida e adequada a cada nível correspondente. Da mesma forma, verificou-se que as propostas apresentadas levaram os alunos a hipotetizar as proposições apresentadas, a questionar sobre o tema abordado e, assim, partirem para a pesquisa e para a solução dos problemas. Ao apresentarem as resoluções para o grande grupo, observou-se que as soluções dadas aos problemas foram adequadas ao que lhes foi proposto, gerando discussões

pertinentes a respeito da temática agrotóxicos e sobre soluções mais saudáveis de cultivo agrícola. Além disso, ao final da pesquisa, verificou-se que a constatação das quatro características que tornam um “Problema Eficaz” nas situações-problema solucionadas pelos sujeitos da pesquisa validam essas características na elaboração de um problema, como comprovou a investigação que teve resultados muito satisfatórios relacionados à atuação dos educandos, assim como nos resultados apresentados por eles na solução dessas questões.

Para finalizar, mesmo que o presente trabalho não tenha abordado a formação de professores, julga-se pertinente deixar aqui a reflexão como educadores e pesquisadores sobre a importância dessa gênese e o papel da escola para a sociedade. Dessa forma, acredita-se que os professores do EB devam-se manter atualizados, ser reflexivos acerca da sua prática docente, já que se sabe que a informação se converte em conhecimento apenas quando está relacionada a algum sentido, à vivência do educando, por exemplo. Portanto, é responsabilidade da escola oportunizar a construção do conhecimento dos educandos, uma vez que os livros, a internet, entre outros meios de comunicação propiciam, principalmente, informações. Por isso, a formação continuada de professores é de suma importância no processo de ensino e aprendizagem, pois está associada à qualidade da educação, auxiliando o docente a aprimorar suas práticas pedagógicas e, dessa forma, levar os educandos à construção de conhecimentos, sem privilegiar o acúmulo de informações. Crê-se que é por intermédio da formação continuada que professores e também gestores da instituição se capacitam com o intuito de refletir sobre todos os aspectos pedagógicos, podendo apresentar estratégias que tenham como objetivo solucionar dificuldades e promover mudanças relevantes em toda a comunidade escolar.

A utilização de variadas metodologias, em especial a metodologia da RP, passa pela importância que se deve dar à EB, assim como a formação de professores, seja nas universidades ou na própria escola. Pela busca à qual se procede, nota-se que poucos docentes utilizam a RP como metodologia nas aulas de Ciências. Entretanto, quando utilizada, obtêm-se resultados exitosos (GOI; SANTOS, 2009; VIEIRA et al., 2013; PICCOLI et al., 2015; BRITO; FIREMAN, 2016).

Além do mais, é função da escola socializar o conhecimento e atuar na formação intelectual e moral dos alunos, possibilitando o desenvolvimento integral do indivíduo como cidadão. Um cidadão reflexivo, cômico de seus direitos e deveres. Assim sendo, a qualidade de ensino é condição imprescindível tanto na formação intelectual como moral dos educandos. Para tal, deve-se adotar uma metodologia que privilegie o pensar, o discutir, o refletir dos estudantes. Assim, acredita-se que a metodologia da RP é capaz de proporcionar essas particularidades aos agentes sociais envolvidos, principalmente quando vinculado a um trabalho interdisciplinar e crítico.

11.1 REFERÊNCIAS

- BRITO, L. O.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 123-146, 2016.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000. 165 p.
- GOI, M.E.J.; SANTOS, F.M.T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, n.3, p.203-209, ago. 2009.
- GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: LAYTARGUES, P. P. (Org). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília, MMA. Diretoria de Educação Ambiental, 2004. p. 25-35.
- JAPIASSU, H. Prefácio. In: Fazenda, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: um projeto em parceria. 3 ed. São Paulo: Loyola, 1991. 119 p.
- PICCOLI, F. et al. A Resolução de Problemas como chave para o desenvolvimento de conceitos de Química na Educação Básica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia, 2015.
- POMBO, O. A interdisciplinaridade: conceito, problemas e perspectivas. In: POMBO, O.; LEVY, T.; GUIMARÃES, H. (Org). **A interdisciplinaridade**: reflexão e experiência. Lisboa: Texto, 1994.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: TOZONI-REIS, M. F. C. (Org.) **A questão ambiental no pensamento crítico**: natureza, trabalho e educação. Rio de Janeiro: Quartet, 2007, p. 177-221.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 3, n. 1, 155-169, 2008.
- VIEIRA, G.; PAULO, R. M.; ALLECATO, N. S. G. Simetria no ensino fundamental através da resolução de problemas: possibilidades para um trabalho em sala de aula. **Bolema**, Rio Claro, v. 27, n. 46, p. 613-615, 2013.
- ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. 1 ed. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.

APÊNDICE A – Problemas produzidos pelo pesquisador e utilizados nas quatro intervenções pedagógicas.

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

Problema 2 utilizado no EF: Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica, não somente aqueles que utilizam grandes extensões de terra para a monocultura (cultivo de um único tipo de vegetal), mas também os que têm sua atividade baseada na agricultura familiar, que geralmente utiliza menores extensões de terra para a policultura (cultivo de vários tipos de vegetais em uma mesma área). Por intermédio de uma investigação, explique por que a policultura utiliza menos Agrotóxicos do que a monocultura e quais os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar. Descreva, também, outra maneira que o uso de Agrotóxicos pode ser reduzido na agricultura.

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

Problema 1 utilizado no EM e EM/EJA: Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. A Química entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema, os chamados Agrotóxicos. Você é professor de Química de uma zona rural de Porto Alegre e descobriu que alguns dos seus alunos são agricultores e não utilizam roupas de proteção apropriadas na aplicação de Agrotóxicos nas lavouras. Você dará aula para esses estudantes e outros que também precisam saber sobre os cuidados que devem ter com os Agrotóxicos. Faça uma pesquisa a respeito da definição de Agrotóxicos e a finalidade para a qual são utilizados na agricultura. Dê exemplo de um defensivo agrícola, seu nome, estrutura química e os problemas de saúde e danos ao organismo humano que esse Agrotóxico e outros podem causar. O que os agricultores podem fazer para amenizar os riscos à saúde no momento da aplicação de Agrotóxicos?

Problema 2 utilizado no EM e EM/EJA: Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica. Devido a doenças e ervas daninhas, os agricultores utilizam Agrotóxicos para controlar essas pragas. Agrotóxicos são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças, ou plantas daninhas que causam danos às plantações. Os Agrotóxicos também podem ser chamados de defensivos agrícolas ou agroquímicos, mas apesar dos diferentes nomes, todos possuem o mesmo significado. Você foi contratado para analisar e resolver o problema da pulverização de Agrotóxico em um arrozal. O Agrotóxico é pulverizado por aviões em lavouras de arroz, mas nas imediações há moradores, animais e um rio corta a plantação. Quais seriam as consequências de realizar uma aplicação aérea de Agrotóxicos sem um estudo prévio das condições meteorológicas e do entorno dessa pulverização? Pesquise sobre as alternativas para o cultivo de agriculturas sem a utilização de Agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso. Discuta, também, quais as vantagens e desvantagens de cada uma dessas alternativas e decida quais delas você considera mais eficiente para diminuir o uso de Agrotóxicos.

Problema 3 utilizado no EM e EM/EJA: O desenvolvimento tecnológico contribui de forma significativa para o aumento da produtividade agrícola, elevando a quantidade de alimentos produzida por área cultivada. Esse aumento de produtividade possibilitou uma maior disponibilidade de alimentos para a população. No entanto, a exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição de áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além do que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado

sérios problemas ambientais. Diante disso, a agricultura orgânica tem aumentado muito no Brasil e tem tido um mercado promissor. O alimento orgânico é originário do reino vegetal e cultivado sob circunstâncias específicas sem uso de Agrotóxicos, pesticidas, hormônios e outros. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. Dê um exemplo de controle natural de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os Agrotóxicos.

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

Problema 2 utilizado no TQ: A exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição das áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além de que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante desse quadro, surge o grande desafio sobre como conciliar produção de alimentos com preservação ambiental. Esse é um debate que suscita dúvidas e posições polêmicas, sobre as quais devemos buscar alternativas. O conhecimento químico tem sido fundamental para esclarecer muitos desses pontos e fornecer subsídios técnicos importantes que devem ser levados em conta com aspectos econômicos, sociais políticos e ambientais na busca de melhores alternativas. Nesse contexto, é fundamental usar técnicas agrícolas que ofereçam manutenção e conservação do solo.

A preocupação exagerada com o rendimento financeiro tem provocado práticas agrícolas muito agressivas ao ambiente. Assim, hoje, uma nova consciência precisa ser desenvolvida, a da produção comprometida com o menor impacto ambiental. Busque informações e descreva 4 classes de agrotóxicos, suas características gerais e o uso de cada uma delas. Escreva a estrutura química dos agrotóxicos pesquisados e identifique os grupos funcionais presentes nessas estruturas. Pesquise sobre alternativas para o cultivo da agricultura sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso.

Problema 3 utilizado no TQ: Agricultura sustentável pode significar uma agricultura que seja socialmente justa, economicamente viável e ecologicamente equilibrada. Por exemplo, pela implementação de sistemas agroflorestais; a adoção do sistema de rodízio de culturas (quando os nutrientes do solo se tornam insuficientes para determinada lavoura, planta-se outra espécie e, assim, diminui-se o uso de fertilizantes); ou a utilização de inseticidas biológicos (espécies de bactérias ou de insetos que combatem insetos nocivos sem prejudicar a planta). Práticas como essa foram incorporadas pela agricultura orgânica. Agricultura é fonte de desenvolvimento. Reconhecer o valor da natureza e de sua biodiversidade implica buscar o uso sustentável desses recursos. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. O cultivo sem o uso de agrotóxicos é o único critério utilizado para definir se um alimento é ou não “orgânico”? Explique.

APÊNDICE B - Questões formuladas para os questionários aplicados para os alunos da Educação Básica.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE (Alunos do EM e EM/EJA).

Algumas atividades foram realizadas para chegarmos à resolução dos problemas indicados para cada grupo. Como você considera que essas atividades contribuíram para o aprimoramento ou desenvolvimento de algumas de suas habilidades e conhecimentos?

1) Marque com X na alternativa que melhor expressar sua opinião. Para tanto considere: **C - Concordo; CP – Concordo parcialmente; I – Indeciso; DP – Discordo Parcialmente; DT – Discordo Totalmente.**

1	Desenvolvi minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver o caso	C	CP	I	DP	DT
2	Desenvolvi minha habilidade de organizar informações	C	CP	I	DP	DT
3	Desenvolvi minha habilidade de raciocínio	C	CP	I	DP	DT
4	Desenvolvi minha habilidade de análise	C	CP	I	DP	DT
5	Desenvolvi minha habilidade de classificação	C	CP	I	DP	DT
6	Desenvolvi minha capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real	C	CP	I	DP	DT
7	A metodologia de Resolução de Problemas contribuiu para a aprendizagem de conhecimentos de Química e Português	C	CP	I	DP	DT

2) Você gostou do trabalho interdisciplinar realizado com professores de Química e Língua Portuguesa, aplicando a Resolução de Problemas? Por quê?

3) Você gostou de trabalhar com a metodologia de Resolução de Problema? Por quê?

4) Marque com **X** na alternativa que melhor expressar sua opinião. Para tanto considere: **C - Concordo**; **CP – Concordo parcialmente**; **I – Indeciso**; **DP – Discordo Parcialmente**; **DT – Discordo Totalmente**.

Quanto ao problema sugerido.

1	A linguagem utilizada foi de fácil compreensão	C	CP	I	DP	DT
2	Pesquisei para chegar em estratégias adequadas	C	CP	I	DP	DT
3	Foram de fácil compreensão	C	CP	I	DP	DT
4	O grupo compreendeu sem grandes dificuldades	C	CP	I	DP	DT

Quanto às apresentações e relatório escrito.

5	Auxiliaram na Resolução do Problema	C	CP	I	DP	DT
6	Os relatórios descritivos ajudam a compreender o problema	C	CP	I	DP	DT

Quanto às estratégias adotadas pelo grupo.

7	Foram eficazes na Resolução do problema	C	CP	I	DP	DT
8	Quanto maior o número de estratégias adotadas, maiores as chances de resolver o problema	C	CP	I	DP	DT
9	Favoreceu o trabalho em equipe	C	CP	I	DP	DT

Quanto ao trabalho através da Resolução de Problemas.

10	Contribui para a minha aprendizagem sobre Agrotóxicos	C	CP	I	DP	DT
11	O tempo foi suficiente para Resolução do Problema	C	CP	I	DP	DT
12	Esse trabalho pode ser significativo para uma melhor compreensão das aulas	C	CP	I	DP	DT

Autoavaliação.

13	Colaborei com o grupo, ajudei na resolução do problema proposto	C	CP	I	DP	DT
14	As atividades motivaram-me para a resolução do problema	C	CP	I	DP	DT
15	A cada etapa aprendi novos conhecimentos	C	CP	I	DP	DT

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE (Alunos do EF e TQ).

Algumas atividades foram realizadas para chegarmos à resolução dos problemas indicados para cada grupo. Como você considera que essas atividades contribuíram para o aprimoramento ou desenvolvimento de algumas de suas habilidades e conhecimentos?

Marque com X na alternativa que melhor expressar sua opinião. Para tanto considere: **C - Concordo; CP – Concordo parcialmente; I – Indeciso; DP – Discordo Parcialmente; DT – Discordo Totalmente.**

1	Desenvolvi minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver o caso	C	CP	I	DP	DT
2	Desenvolvi minha habilidade de organizar informações	C	CP	I	DP	DT
3	Desenvolvi minha habilidade de raciocínio	C	CP	I	DP	DT
4	Desenvolvi minha habilidade de análise	C	CP	I	DP	DT
5	Desenvolvi minha habilidade de classificação	C	CP	I	DP	DT
6	Desenvolvi minha capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real	C	CP	I	DP	DT
7	A metodologia de Resolução de Problemas contribuiu para a aprendizagem de conhecimentos de ciências/química	C	CP	I	DP	DT

Relate outras habilidades e conhecimentos que você acredita ter desenvolvido com a metodologia de Resolução de Problemas:

Você gostou de trabalhar com a metodologia de Resolução de Problema? Por quê?

Marque com **X** na alternativa que melhor expressar sua opinião. Para tanto considere: **C - Concordo**; **CP – Concordo parcialmente**; **I – Indeciso**; **DP – Discordo Parcialmente**; **DT – Discordo Totalmente**.

Quanto ao problema sugerido.

1	A linguagem utilizada foi de fácil compreensão	C	CP	I	DP	DT
2	Pesquisei para chegar em estratégias adequadas	C	CP	I	DP	DT
3	Foram de fácil compreensão	C	CP	I	DP	DT
4	O grupo compreendeu sem grandes dificuldades	C	CP	I	DP	DT

Quanto às apresentações e relatório escrito.

5	Auxiliaram na Resolução do Problema	C	CP	I	DP	DT
6	Os relatórios descritivos ajudam a compreender o problema	C	CP	I	DP	DT

Quanto às estratégias adotadas pelo grupo.

7	Foram eficazes na Resolução do problema	C	CP	I	DP	DT
8	Quanto maior o número de estratégias adotadas, maiores as chances de resolver o problema	C	CP	I	DP	DT
9	Favoreceu o trabalho em equipe	C	CP	I	DP	DT

Quanto ao trabalho através da Resolução de Problemas.

10	Contribui para a minha aprendizagem sobre Agrotóxicos	C	CP	I	DP	DT
11	O tempo foi suficiente para Resolução do Problema	C	CP	I	DP	DT
12	Esse trabalho pode ser significativo para uma melhor compreensão das aulas	C	CP	I	DP	DT

Autoavaliação.

13	Colaborei com o grupo, ajudei na resolução do problema proposto	C	CP	I	DP	DT
14	As atividades motivaram-me para a resolução do problema	C	CP	I	DP	DT
15	A cada etapa aprendi novos conhecimentos	C	CP	I	DP	DT

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) dos responsáveis.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

1. Seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável está sendo convidado(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa “Problemas Ambientais Causados por Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas e a Investigação Científica na Educação Básica”, sob a responsabilidade do aluno Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, trabalho orientado pela Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado.
2. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as formas de contribuição de uma sequência didática implementada, utilizando a metodologia da resolução de problemas para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos da educação básica a respeito dessa problemática ambiental.
 - a. Seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável foi convidado(a) para fazer parte do espaço amostral desse estudo.
 - b. A participação dele(a) consistirá em produzir um relatório escrito sobre o problema a ser resolvido e apresentar oralmente sua produção para a turma, em sua sala de aula regular de estudo. A apresentação oral poderá ser gravada em áudio para posterior análise. Nenhuma dessas atividades será obrigatória.
3. A Metodologia de Resolução de Problemas pode trazer como benefícios possibilitar aos educandos um processo ativo, dinâmico, no qual os estudantes participam na tentativa de buscar uma solução para um questionamento, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, melhorando o seu processo de ensino e aprendizagem e a qualidade do ensino. Essa metodologia está centrada no aluno, motivando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, o presente projeto poderá proporcionar aos educandos uma consciência crítica sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, relacionando o uso dessas substâncias com aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais.
4. Os riscos dessa pesquisa são de possíveis constrangimentos ou mal-estar que possam acontecer ao escrever o relatório ou ao realizar a apresentação oral para os colegas de turma do seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável. A possibilidade de ocorrer esses desconfortos é baixa, mas caso ocorram, ele(ela) poderá interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades diárias como conversar, tomar banho, ler etc. Apesar disso, ele(a) tem garantido o direito à devolução ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.
5. A qualquer momento, no decorrer da pesquisa, seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável pode interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais.
6. A participação dele(a) nessa pesquisa é voluntária, e é pouco provável que haja gastos para o(a) participante. Caso ocorra, o(a) participante será ressarcido(a) pelo pesquisador através de depósito bancário.
7. O pesquisador garante a privacidade e sigilo sobre a identidade dos participantes.
 - a. As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e o pesquisador assegura o sigilo sobre a sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a identificação do seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável.
 - b. As informações obtidas só serão usadas para fins da pesquisa, de acordo com a ética da academia e a participação nessa pesquisa não comporta qualquer remuneração.
8. Para que a pesquisador possa usar os dados obtidos, é necessário que o(a) participante entregue este termo de consentimento assinado por seu responsável.
7. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos.

8. Os dados serão utilizados na tese, podendo ser posteriormente publicados artigos. Entretanto, é garantido que não será divulgado qualquer tipo de informação que possibilite a sua identificação. Para isso, caso necessário, serão usados nomes fictícios.

9. Você está recebendo este termo onde constam o telefone e o endereço eletrônico do pesquisador e de sua orientadora, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e a participação do seu filho(a) ou adolescente pelo qual você é responsável, agora ou a qualquer momento.

10. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelos pesquisadores e a outra será fornecida a você.

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

Pesquisador

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: professordanielufrgs@hotmail.com

Telefone/Whatsapp: (51) 997261897

Tania Denise Miskinis Salgado

Pesquisadora responsável pelo projeto

Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: tania.salgado@ufrgs.br

Telefone/Whatsapp: (51) 999794198

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS:

e-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Telefone: (51) 3308- 3738

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios da participação meu filho(a) ou criança pela qual sou responsável e concordo que ele participe. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê e Ética em Pesquisa da UFRGS.

Local e data

Assinatura do(a) responsável

Nome por extenso

APÊNDICE D - Termo de assentimento (TALE) dos alunos do EF.

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “Problemas Ambientais Causados por Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas e a Investigação Científica na Educação Básica”. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as formas de contribuição de uma sequência didática realizada, utilizando a metodologia da resolução de problemas para o desenvolvimento de conhecimentos relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos da educação básica a respeito dessa problemática ambiental.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é que, para permitir uma aprendizagem significativa para os estudantes, o uso da metodologia da resolução de problemas pode ajudar a desenvolver a autonomia dos estudantes na busca de conhecimento relacionado com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, fazendo com que o aluno seja mais participativo no processo educativo.

A Metodologia de Resolução de Problemas pode trazer como benefícios possibilitar aos educandos um processo ativo, dinâmico, no qual os estudantes participam na tentativa de buscar uma solução para um questionamento, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, melhorando o seu processo de ensino e aprendizagem e a qualidade do ensino. Essa metodologia está centrada no aluno, motivando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, o presente projeto poderá proporcionar aos educandos uma consciência crítica sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, relacionando o uso dessas substâncias com aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais.

Os riscos dessa pesquisa são de possíveis constrangimentos ou mal-estar que possam acontecer ao escrever o relatório ou ao realizar a apresentação oral para os colegas de turma. A possibilidade de ocorrer esses desconfortos é baixa, mas caso ocorram, você poderá interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades diárias como conversar, tomar banho, ler etc. Apesar disso, você tem garantido o direito à devolução ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou se recusar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador, que irá tratar a sua identidade com sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Porto Alegre, ____ de _____ de 20____ .

Assinatura do(a) menor _____

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

Pesquisador

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: professordanielufrgs@hotmail.com

Telefone/WhatsApp: (51) 997261897

Tania Denise Miskinis Salgado

Pesquisadora responsável pelo projeto

Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: tania.salgado@ufrgs.br

Telefone/WhatsApp: (51) 999794198

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS:

e-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Telefone: (51) 3308- 3738

APÊNDICE E - Termo de assentimento (TALE) dos alunos do EM.

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Problemas Ambientais Causados por Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas e a Investigação Científica na Educação Básica”. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as formas de contribuição de uma sequência didática implementada, utilizando a metodologia da resolução de problemas para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos da educação básica a respeito dessa problemática ambiental.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é que, para propiciar uma aprendizagem significativa para os estudantes, o uso da metodologia da resolução de problemas pode ajudar a desenvolver a autonomia dos estudantes na busca de conhecimento relacionado com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, fazendo com que o aluno deixe de ser passivo no processo educativo e possa desenvolvê-lo de maneira ativa.

A Metodologia de Resolução de Problemas pode trazer como benefícios possibilitar aos educandos um processo ativo, dinâmico, no qual os estudantes participam na tentativa de buscar uma solução para um questionamento, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, melhorando o seu processo de ensino e aprendizagem e a qualidade do ensino. Essa metodologia está centrada no aluno, motivando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, o presente projeto poderá proporcionar aos educandos uma consciência crítica sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, relacionando o uso dessas substâncias com aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais.

Os riscos dessa pesquisa são de possíveis constrangimentos ou mal-estar que possam acontecer ao escrever o relatório ou ao realizar a apresentação oral para os colegas de turma. A possibilidade de ocorrer esses desconfortos é baixa, mas caso ocorram, você poderá interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades diárias como conversar, tomar banho, ler etc. Apesar disso, você tem garantido o direito à devolução ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou se recusar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador, que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação.

Os resultados estarão à sua disposição quando a pesquisa for finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Porto Alegre, ____ de _____ de 20____ .

Assinatura do(a) menor

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

Pesquisador

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: professordanielufrgs@hotmail.com

Telefone/Whatsapp: (51) 997261897

Tania Denise Miskinis Salgado

Pesquisadora responsável pelo projeto

Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: tania.salgado@ufrgs.br

Telefone/Whatsapp: (51) 999794198

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS:

e-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Telefone: (51) 3308- 3738

APÊNDICE F - TCLE dos alunos maiores de idade do EM e TQ.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. Você está sendo convidado(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa “Problemas Ambientais Causados por Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas e a Investigação Científica na Educação Básica”, sob a responsabilidade do aluno Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, trabalho orientado pela Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado.
2. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as formas de contribuição de uma sequência didática implementada, utilizando a metodologia da resolução de problemas para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos da educação básica a respeito dessa problemática ambiental.
 - a. Você foi convidado(a) para fazer parte do espaço amostral desse estudo.
 - b. Sua participação consistirá em produzir um relatório escrito sobre o problema a ser resolvido e apresentar oralmente sua produção para a turma, em sua sala de aula regular de estudo. A apresentação oral poderá ser gravada em áudio para posterior análise. Nenhuma dessas atividades será obrigatória.
3. A Metodologia de Resolução de Problemas pode trazer como benefícios possibilitar aos educandos um processo ativo, dinâmico, no qual os estudantes participam na tentativa de buscar uma solução para um questionamento, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, melhorando o seu processo de ensino e aprendizagem e a qualidade do ensino. Essa metodologia está centrada no aluno, motivando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, o presente projeto poderá proporcionar aos educandos uma consciência crítica sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, relacionando o uso dessas substâncias com aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais.
4. Os riscos dessa pesquisa são de possíveis constrangimentos ou mal-estar que possam acontecer ao escrever o relatório ou ao realizar a apresentação oral para os colegas de turma. A possibilidade de ocorrer esses desconfortos é baixa, mas caso ocorram, você poderá interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades diárias como conversar, tomar banho, ler etc. Apesar disso, você tem garantido o direito à devolução ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.
5. A qualquer momento, no decorrer da pesquisa, você pode interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais.
6. Sua participação nessa pesquisa é voluntária, e é pouco provável que haja gastos para o(a) participante. Caso ocorra, o(a) participante será ressarcido(a) pelo pesquisador através de depósito bancário.
7. O pesquisador garante a privacidade e sigilo sobre a identidade dos participantes.
 - a. As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e o pesquisador assegura o sigilo sobre a sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
 - b. As informações obtidas só serão usadas para fins da pesquisa, de acordo com a ética da academia e a participação nessa pesquisa não comporta qualquer remuneração.
8. Para que a pesquisador possa usar os dados obtidos, é necessário que o(a) participante entregue este termo de consentimento assinado por seu responsável.
9. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos.

10. Os dados serão utilizados na tese, podendo ser posteriormente publicados artigos. Entretanto, é garantido que não será divulgado qualquer tipo de informação que possibilite a sua identificação. Para isso, caso necessário, serão usados nomes fictícios.

11. Você está recebendo este termo onde constam o telefone e o endereço eletrônico do pesquisador e de sua orientadora, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

12. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelos pesquisadores e a outra será fornecida a você.

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

Pesquisador

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: professordanielufrgs@hotmail.com

Telefone/Whatsapp: (51) 997261897

Tania Denise Miskinis Salgado

Pesquisadora responsável pelo projeto

Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: tania.salgado@ufrgs.br

Telefone/Whatsapp: (51) 999794198

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS:

e-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Telefone: (51) 3308- 3738

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê e Ética em Pesquisa da UFRGS.

Local e data

Assinatura do(a) participante

Nome por extenso

APÊNDICE G - TCLE dos alunos maiores de idade do EM/EJA.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

1. Você está sendo convidado (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “Problemas Ambientais Causados por Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas e a Investigação Científica na Educação Básica”, sob a responsabilidade do aluno Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, trabalho orientado pela Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado.
2. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as formas de contribuição de uma sequência didática realizada, utilizando a metodologia da resolução de problemas para o desenvolvimento de conhecimentos relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos da educação básica a respeito dessa problemática ambiental.
 - a. Você foi convidado (a) para fazer parte desse estudo.
 - b. Sua participação consistirá em produzir um relatório escrito sobre o problema a ser resolvido e apresentar oralmente sua produção para a turma, em sua sala de aula. A apresentação oral poderá ser gravada em áudio para posterior análise. Nenhuma dessas atividades será obrigatória.
3. A Metodologia de Resolução de Problemas pode trazer como benefícios possibilitar aos educandos um processo ativo, dinâmico, no qual os estudantes participam na tentativa de buscar uma solução para um questionamento, fazendo-os refletir, dialogar numa ação conjunta, melhorando o seu processo de ensino e aprendizagem e a qualidade do ensino. Essa metodologia está centrada no aluno, motivando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Além disso, o presente projeto poderá proporcionar aos educandos uma consciência crítica sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, relacionando o uso dessas substâncias com aspectos políticos, econômicos, culturais e sociais.
4. Os riscos dessa pesquisa são de possíveis constrangimentos ou mal-estar que possam acontecer ao escrever o relatório ou ao realizar a apresentação oral para os colegas de turma. A possibilidade de ocorrer esses desconfortos é baixa, mas caso ocorram, você poderá interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades diárias como conversar, tomar banho, ler etc. Apesar disso, você tem garantido o direito à devolução ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.
5. A qualquer momento, durante a pesquisa, você pode interromper ou retirar o seu consentimento, sem que ocorram prejuízos pessoais.
6. Sua participação nessa pesquisa é voluntária, e é pouco provável que existam gastos para o (a) participante. Caso ocorra, o (a) participante será indenizado (a) pelo pesquisador através de depósito bancário.
7. O pesquisador garante a privacidade e sigilo sobre a identidade dos participantes.
 - a. As informações obtidas por meio dessa pesquisa serão confidenciais e o pesquisador garante o sigilo sobre a sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.
 - b. As informações obtidas só serão usadas para fins da pesquisa, de acordo com a ética da academia e a participação nessa pesquisa não permite qualquer pagamento.
8. Para que o pesquisador possa usar os dados obtidos, é necessário que o (a) participante entregue este termo de consentimento assinado.
9. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos e, após esse tempo, serão destruídos.

10. Os dados serão utilizados na tese de doutorado do pesquisador, podendo ser posteriormente publicados artigos. Entretanto, é garantido que não será divulgada qualquer tipo de informação que possibilite a sua identificação. Para isso, caso necessário, serão usados nomes fictícios.

11. Você está recebendo este termo onde constam o telefone e o endereço eletrônico do pesquisador e de sua orientadora, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

12. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelos pesquisadores e a outra será fornecida a você.

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

Pesquisador

Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: professordanielufrgs@hotmail.com

Telefone/WhatsApp: (51) 997261897

Tania Denise Miskinis Salgado

Pesquisadora responsável pelo projeto

Orientadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

E-mail: tania.salgado@ufrgs.br

Telefone/WhatsApp: (51) 999794198

Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS:

e-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Telefone: (51) 3308- 3738

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê e Ética em Pesquisa da UFRGS.

Local e data

Assinatura do (a) participante

Nome por extenso

APÊNDICE H - Trabalho apresentado no 36º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

Educação Ambiental e Agrotóxicos: Definição, Legislação, Impactos Ambientais e Monitoramento

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro^{1*} (PG), Tania Denise Miskinis Salgado^{1,3} (PQ), Cláudio Aramy Marcinkowski² (FM), Camila Greff Passos³ (PQ), Carla Sirtori³ (PQ).
* professordanielufrgs@hotmail.com

1- Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS.

2- Escola Estadual de Ensino Médio Agrônomo Pedro Pereira. Av. Bento Gonçalves, 8426, CEP 91540-000. Porto Alegre, RS.

3- Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS.

Palavras-Chave: Educação ambiental, agrotóxicos, ensino de química.

Área Temática: Educação ambiental.

RESUMO: Este artigo visa apresentar uma revisão bibliográfica realizada em periódicos brasileiros sobre o tema agrotóxicos, a fim de identificar subsídios teóricos sobre as normativas da legislação brasileira, os danos causados pelo uso dos agrotóxicos aos diferentes compartimentos ambientais e aos seres humanos. A seleção do tema agrotóxicos deve-se ao fato de que o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo e responsável por uma produção agrícola de reconhecimento internacional. Nesse sentido, é necessário que a educação ambiental seja vista como um instrumento que guie para uma conscientização dos cidadãos. Para a revisão bibliográfica, foi realizada consulta no sítio do Scielo, usando “agrotóxicos” como palavra de busca, associada à metodologia da análise de conteúdo. A variedade de periódicos e a análise dos artigos indicaram a importância da temática agrotóxicos na educação ambiental, principalmente relacionada com os riscos à saúde e a contaminação dos alimentos causada por esses compostos.

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E OS PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS POR AGROTÓXICOS

Agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédio de plantas ou veneno: são diversas as denominações relacionadas a um grupo de substâncias químicas utilizadas no controle de pragas e doenças de plantas. Os Agrotóxicos são compostos químicos cujos princípios ativos eliminam variados tipos de pestes (por isso o nome pesticida) que danificam a produtividade agrícola de uma cultura. Como exemplos dessas pestes, temos: insetos, ervas daninhas, fungos, vermes, roedores entre outras pragas (PERES; MOREIRA, 2003).

Conforme a Lei 7.802 de 1989, Agrotóxicos e afins são:

- a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos;

b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento (BRASIL, 1989).

Em conformidade com a *Food and Agriculture Organization*, são considerados Agrotóxicos qualquer substância ou mistura de substâncias usadas com a finalidade de prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, causadoras de danos durante (ou interferindo na produção), processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados – ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pestes que atingem os corpos de animais de criação (PERES; MOREIRA, 2003).

Há mais de uma década, a Lei Federal nº 9.795/99 normatiza que a Educação Ambiental (EA) deve estar presente na proposta pedagógica das escolas em todos os níveis de ensino. Além disso, o artigo 10º da lei, além de ressaltar o caráter processual e a prática integrada da EA, enfatiza sua natureza interdisciplinar ao afirmar que “a Educação Ambiental não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino”. Sendo ministrada de maneira interdisciplinar, disponibilizará os suportes teóricos de diferentes disciplinas e campos do saber e, assim sendo, por intermédio da interdisciplinaridade, os professores podem utilizar métodos de ação coletiva para uma maior abrangência da temática ambiental.

Sobre os conhecimentos de EA, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) orientam que estes sejam contemplados nos componentes curriculares das três grandes áreas, visto que a complexidade das questões ambientais ultrapassa as barreiras das disciplinas. Nas orientações para a Química, um dos componentes da área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a ênfase da temática de interesse deste trabalho (Agrotóxicos) é integrada à discussão sobre as propriedades da matéria e as interações do homem com a atmosfera (BRASIL, 1999).

Em 2006 foram lançadas, pela Secretaria da Educação Básica do MEC, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, com o objetivo de apresentar um conjunto de reflexões sobre alternativas didático-pedagógicas para a organização do trabalho em sala de aula, visando atender às necessidades e às expectativas das escolas e dos professores na estruturação do currículo para o ensino médio. Quanto ao estudo dos Agrotóxicos, o documento sugere a discussão sobre a sua utilização e sua ação como poluente (BRASIL, 2006).

Nessa esfera, a EA surge como um conjunto de práticas educacionais, procurando inserir uma nova consciência ecológica em todas as disciplinas do currículo escolar. As práticas de EA não devem apenas transmitir conhecimentos sobre o meio ambiente, mas também mudança de comportamentos e atitudes, determinação para a ação e a busca de soluções para os problemas ambientais (CASSIANO; ECHEVERRÍA, 2014). É nesse ponto que a EA proporciona a formação crítica e consciente do cidadão, visto que este é considerado como parte do meio ambiente.

Nesse contexto, acreditamos que a EA é todo processo utilizado para preservar o patrimônio ambiental e criar modelos de desenvolvimento, com soluções limpas e sustentáveis, além da construção, por intermédio do indivíduo e da coletividade, de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, que é um bem de uso comum do povo e primordial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Assim, esse processo deve despertar nos indivíduos o cuidado, individual e principalmente coletivo, com a prática de atividades que possam causar impacto ambiental, tais como: a poluição do ar, dos rios, a degradação do solo, a pesca predatória, o desmatamento, a produção

de energia com o uso de combustíveis poluentes, o destino do lixo, o consumo de alimentos com agrotóxicos etc. No que diz respeito ao meio ambiente e à nossa saúde, sabe-se que os agrotóxicos têm sido utilizados há bastante tempo por agricultores no combate a pragas que afetam a produção de alimentos. Entretanto, seus efeitos não se restringem às pragas, podendo causar sérios danos ao ambiente e à saúde humana (MIRANDA et al., 2007).

Embora existam programas governamentais de âmbito federal e regional, observamos que a utilização pouco criteriosa dos agrotóxicos ainda é uma prática comum. Em razão desse fato, processos de contaminação envolvendo solos e águas costumam ser bastante frequentes, favorecendo o aparecimento de regiões contaminadas de difícil remediação (TAUCHERT, 2006). O uso desses micropoluentes⁵² é tão intenso que o Brasil, desde 2008, detém uma alarmante posição: a de maior consumidor de Agrotóxicos do mundo (MAPA, 2014). Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) apontam o lançamento de 673,9 mil toneladas desses produtos no meio ambiente. Esse número prosseguiu aumentando e, em 2011, pressupõe-se que tenha alcançado o patamar de 852,8 mil toneladas, incluindo nesse montante produtos proibidos em outros países. Dessa maneira, percebemos o quanto nossa saúde pode estar sendo afetada de forma direta pelo consumo de alimentos com quantidades excessivas de Agrotóxicos (MAPA, 2014).

Tal fato favorece a introdução continuada desses compostos nos diferentes compartimentos que formam o meio ambiente natural e, especialmente, na água e sedimentos. A presença de agrotóxicos no meio ambiente pode, a médio e longo prazo, ter consequências dramáticas e contribuir claramente para a alteração e o empobrecimento da qualidade da biodiversidade e dos ecossistemas nos quais esses poluentes foram introduzidos, ou gerar problemas de saúde aos seres humanos devido à sua exposição crônica (MIRANDA et al., 2007).

Nesse contexto, entendemos que quando nos referimos ao ambiente, abarcamos, ao mesmo tempo, o ser humano como parte complementar do meio ambiente, uma vez que compreendemos que os danos à saúde humana, causados pelos agrotóxicos, são também problemas ambientais (FERNANDES; STUANI, 2015).

METODOLOGIA

Para realizarmos uma parte da nossa revisão bibliográfica, de forma a obtermos um quadro geral das pesquisas científicas sobre nossa temática de interesse, foi realizada uma identificação de artigos no sítio⁵³ do SciELO – *Scientific Electronic Library Online*, considerando que o mesmo permite o acesso a uma vasta e qualificada coleção dos principais periódicos científicos brasileiros. Para isso, utilizamos como palavra-chave: Agrotóxicos, associada à metodologia de Análise Documental.

A Análise Documental consiste em identificar, verificar e apreciar os documentos com uma finalidade específica e, nesse caso, preconiza-se a utilização de uma fonte paralela e simultânea de informação para complementar os dados e permitir a contextualização das informações contidas nos documentos. A Análise Documental deve extrair um reflexo objetivo da fonte original, permitir a localização,

⁵² Substâncias legisladas ou não que se encontram nos diferentes compartimentos ambientais em níveis de concentração muito variáveis, os quais podem abranger desde ng.L⁻¹ até µg.L⁻¹. São substâncias orgânicas ou minerais cujas propriedades duradouras, biocumulativas e tóxicas podem apresentar consequências danosas para o meio ambiente e/ou organismos.

⁵³ Revisão bibliográfica em todo banco de dados: <http://www.scielo.org>. Acesso em out. 2015.

identificação, organização e avaliação das informações contidas no documento, além da contextualização dos fatos em determinados momentos (MOREIRA, 2005).

Durante a leitura e análise dos documentos, utilizou-se a Análise de Conteúdo, que se caracteriza como um dos procedimentos clássicos para interpretar materiais textuais. Segundo Bardin (2010), a Análise de Conteúdo é “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”, além de possibilitar “a interferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), interferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (p. 40). A Análise de Conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de artigos científicos. Nesse sentido, essa análise auxilia o pesquisador a destacar ideias, enunciados e proposições do documento que possam ter significado isolado.

A partir desses pressupostos metodológicos, foram analisados (título, resumo e palavras-chaves) os 233 trabalhos obtidos no banco de dados do SciELO. Para um melhor tratamento das informações, organizamos os dados de acordo com o contexto de cada artigo. Franco (2008) explica que a partir de critérios de homogeneidade sobre o tema investigado, podemos nortear as ações da nossa pesquisa para obtermos entendimento mais significativo dos conteúdos analisados.

EIXOS DE DISCUSSÃO SOBRE AGROTÓXICOS

A análise dos artigos mostrou que havia certas regularidades no que tange aos assuntos tratados, o que permitiu categorizar os artigos e agrupá-los em oito categorias (Quadro 1). Esse procedimento possibilitou uma leitura mais clara da forma como o tema Agrotóxicos estava sendo abordado nos artigos considerados. A ordem de hierarquia deu-se pelo número de artigos encontrados para cada tópico: Categoria 1 com o maior número de artigos (85) e Categoria 8 com o menor (1).

Quadro 1: Categorização dos Artigos

Categoria	Relação de temas com agrotóxicos
1	Riscos à saúde
2	Contaminação e qualidade dos alimentos
3	Monitoramento de solos, águas e sedimentos
4	Tecnologia de aplicação
5	Minimização dos impactos ambientais
6	Seletividade
7	Ecotoxicidade
8	Legislação

Uma visão geral das revistas, do número de artigos encontrados e das categorias pode ser obtida pela leitura do Quadro 2.

Quadro 2: Quantidade de Artigos Revisados por Revistas e Categorias

Revistas	Categorias de Análise dos artigos								Total de artigos por Revista
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ciências e Saúde Coletiva	29	1	2		5		1		38
Ciência Rural	3	10	4	7	5	4			33
Cadernos de Saúde Pública	22		1						23
Revista Brasileira de Fruticultura	3	10				7			20
Química Nova		5	11						16
Revista Brasileira de Saúde Ocupacional	15								15
Revista de Saúde Pública	9	2						1	12

Revista Bras. de Eng. Agrícola e Ambiental			5	3	4				12
Pesquisa Agropecuária Brasileira	1	1		8		2			12
Planta Daninha		1	4	3	3		1		12
Horticultura Brasileira		11							11
Food Science and Technology (Campinas)		8		1					9
Revista Brasileira de Ciência do Solo		1	5						6
Engenharia Agrícola			1	4					5
Revista Ciência Agronômica				1	2				3
Química nova na escola	3								3
Sociedade e Natureza					1				1
Revista Ambiental e Água			1						1
Ciências e Educação		1							1
Total de artigos	85	51	34	27	20	13	2	1	233

Entre os 233 artigos selecionados e categorizados, duas revistas, em especial, podem ser destacadas: *Ciências e Saúde Coletiva*, com 38 artigos (16,3%) e *Ciência Rural*, com 33 trabalhos selecionados (14,16%). Em um segundo patamar, com uma quantidade de artigos relativamente menor, mas ainda significativa, encontram-se os seguintes periódicos: *Cadernos de Saúde Pública*, com 23 artigos (9,8%) e *Revista Brasileira de Fruticultura*, com 20 publicações (8,5%). Cabe ainda destacar em nossa análise que a quinta revista que mais aborda o tema Agrotóxicos é a Revista *Química Nova*, com 16 trabalhos (7%), demonstrando uma relação direta que essas substâncias químicas têm com essa Ciência.

Ainda considerando os 233 artigos analisados em nossa revisão bibliográfica, é fácil observar no Quadro 2 como existe um grande número de publicações científicas relacionadas com os Riscos à saúde (85 artigos) e a Contaminação e qualidade de alimentos (51 artigos) que os Agrotóxicos podem causar, e ainda como há uma escassez de trabalhos que se pautam com Ecotoxicidade (2 artigos) e a Legislação (1 artigo) dessas substâncias químicas.

Em relação ao ensino de Química, Ribeiro et al. (2016) realizaram uma análise dos livros didáticos (LD) de Química do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2015 sobre a EA e mais especificamente sobre a temática Agrotóxicos. A análise realizada mostrou um grande avanço do LD brasileiro em relação ao tratamento do tema EA, mostrando que trabalhar com EA requer recuperar e construir valores na esfera da escola e da comunidade.

Os livros oferecem atividades de leitura, pesquisa e reflexão, favorecendo a conscientização dos cidadãos quanto aos riscos dos Agrotóxicos para a saúde humana e para o ambiente. Todavia, não fazem referência às possibilidades de tratamento dos meios contaminados pelos Agrotóxicos ou da acumulação dessa classe de substâncias nos diferentes compartimentos ambientais (água, solo e ar). Da mesma forma, os livros pouco ou nada abordam a respeito de uma agricultura sustentável, sem utilização de Agrotóxicos ou com uso mínimo desses produtos danosos (RIBEIRO et al., 2016).

Ainda sobre o ensino da Química, percebemos, por exemplo, que na revista *Química Nova na Escola* existem apenas três artigos relacionados a Agrotóxicos (Quadro 1), sendo que somente dois artigos com foco nessas substâncias químicas (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012; CAVALCANTI, 2010), enquanto o outro apenas cita essas substâncias como uma possibilidade de assunto no ensino de ciências e reconhece esses contaminantes como prejudiciais à saúde (OLIVEIRA, 2010).

Assim sendo, acreditamos que essas lacunas dos LD sobre o tema ambiental em questão podem ser supridas por artigos de diferentes periódicos e materiais didáticos alternativos, buscando exemplos de práticas e estudos que são capazes de

monitorar alguns tipos de Agrotóxicos em diferentes matrizes ambientais. A conscientização sobre a importância da diminuição do uso de Agrotóxicos e o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis que, cada vez mais, ganham espaço na atualidade devido às graves consequências dos Agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana podem representar um avanço na abordagem da temática Agrotóxicos (RIBEIRO et al., 2016).

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Sabemos que o direito ao meio ambiente é um direito humano fundamental que está relacionado ao aproveitamento de condições de vida adequadas a um ambiente saudável, isto é, ecologicamente equilibrado. Dessa maneira, percebemos que o meio ambiente é considerado um bem de uso comum da população, motivo pelo qual não só o Poder Público, mas todos os cidadãos têm a responsabilidade de preservá-lo. Podemos afirmar que a preservação dos recursos naturais é de primordial importância para a melhoria da qualidade de vida das gerações presentes e vindouras. Assim sendo, acreditamos que deva existir um trabalho por parte de autoridades e ambientalistas com o intuito de nortear e difundir a sustentabilidade ambiental dos diversos biomas e ecossistemas. A educação ambiental, como forma de sustentabilidade equitativa, é um processo que envolve aprendizagem de forma constante, abalizado no respeito a todas as formas de vida, atrelado à formação da cidadania e à transformação humana e social para a preservação ecológica.

Por tudo isso e por sabermos que o Brasil é o maior consumidor de Agrotóxicos do mundo, é que realizamos a revisão bibliográfica aqui apresentada, com o propósito de verificar dados a respeito da legislação brasileira sobre Agrotóxicos e as consequências dos mesmos à saúde humana e os danos ao meio ambiente. Para que tivéssemos um quadro geral das pesquisas científicas a respeito da temática, realizamos levantamento de artigos no sítio SciELO – Scientific Electronic Library Online, empregando a metodologia de Análise Documental, e utilizamos a Análise de Conteúdo para a leitura e análise dos documentos.

Realizada a análise de 233 artigos, fizemos um agrupamento dos mesmos em oito categorias, identificando suas especificidades temáticas, metodologias, resultados e abordagens teóricas. A categoria intitulada “Riscos à saúde” possui o maior número de artigos (85) e a categoria “Legislação” o menor número de artigos (1). Em uma pesquisa em nível de doutorado, utilizaremos tais dados com dois objetivos distintos: i. relacionar o assunto geral da atividade e da pesquisa científica referente à temática ambiental Agrotóxicos com o ensino de Química; ii. considerar as contribuições pertinentes das pesquisas revisadas. Levando em consideração a complexidade do tema, nossa revisão não ficará restrita apenas aos periódicos e artigos brasileiros, deverá estender-se a artigos e trabalhos de outros países.

Neste âmbito, na escola, o professor desempenha papel fundamental no processo de desenvolvimento de consciência sobre a importância da sustentabilidade ambiental e socioambiental, articulada ao estudo dos conteúdos escolares, necessitando de recursos didáticos variados e orientação contínua para desenvolver ações com esses propósitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.
- BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 10-15. 2012.
- BRASIL. **Lei n. 9795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
- BRASIL. **Lei n. 7802**, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, volume 2, 2006.
- CASSIANO, K. F. D.; ECHEVERRÍA, A. R. Abordagem Ambiental em Livros Didáticos de Química: Princípios da Carta de Belgrado. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 220-230, 2014.
- CAVALCANTI, J. A. et al. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.
- FERNANDES, C. S.; STUANI, G. M. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. **Educação & Realidade**, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. Ed. Brasília: Líber Livro, 2008. 80p. (Série Pesquisa; v.6).
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio>>. Acesso em: Nov. 2015.
- MIRANDA, A. C.; MOREIRA, J. C.; CARVALHO, R.; PERES, F. Neoliberalismo, Uso de Agrotóxicos e a Crise da Soberania Alimentar no Brasil. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Manguinhos/RJ, Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, v. 12, n. 1, p. 7-14, jan./mar. 2007.
- MOREIRA, S. V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, p. 269-279, 2005.
- OLIVEIRA, R. J. O ensino das ciências e a ética na escola: interfaces possíveis. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 227-232, 2010.
- PERES, F.; MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos. Saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.
- RIBEIRO D. C. A. et al. (aceito). Agrotóxicos: uma análise reflexiva dessa temática nos livros didáticos de química indicados pelo programa nacional do livro didático (PNLD) 2016. **Química Nova na Escola**.
- TAUCHERT, E. **Degradação de espécies organocloradas por Processos Avançados envolvendo ferro metálico**. Dissertação. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Química. 2006.

APÊNDICE I - Trabalho apresentado no XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química

A Educação Ambiental nos Livros Didáticos de Química do Programa Nacional do Livro Didático 2015

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro¹ (FM)*, Camila Greff Passos² (PQ), Carla Sirtori² (PQ), Marina Teixeira Laranjo² (PQ).

1- Escola Estadual de Ensino Médio Agrônomo Pedro Pereira. Av. Bento Gonçalves, 8426, CP 91540-000. Porto Alegre, RS. (e-mail professordanielufrgs@hotmail.com).

2- Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, CP 15003. Porto Alegre, RS.

Palavras-Chave: Educação ambiental, Livro didático, Ensino de química.

RESUMO: ATUALMENTE A EDUCAÇÃO AMBIENTAL É UM TEMA COTIDIANO NAS ESCOLAS. ASSOCIADO A ESSE FATO, PERCEBE-SE QUE O LIVRO DIDÁTICO É UM INSTRUMENTO BASTANTE SIGNIFICATIVO, DADO QUE É UTILIZADO COMO PRINCIPAL RECURSO DIDÁTICO NO PROCESSO ENSINO E APRENDIZAGEM. POR ESSA RAZÃO, ESTA PESQUISA, DE CARÁTER QUALITATIVO, TEM COMO OBJETIVO DESCREVER E ANALISAR AS FORMAS DE APRESENTAÇÃO DAS TEMÁTICAS AMBIENTAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA INDICADOS NO GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO (PNLD) 2015 DO ENSINO MÉDIO. PARA TANTO, REALIZOU-SE A ANÁLISE DOCUMENTAL DOS LIVROS, ONDE OBSERVA-SE A EXPRESSIVA PRESENÇA DA TEMÁTICA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS OBRAS EXAMINADAS. NESSE SENTIDO, VERIFICA-SE QUE AS OBRAS ANALISADAS TRAZEM ATIVIDADES DE LEITURA, PESQUISA E REFLEXÃO SOBRE A TEMÁTICA EM ESTUDO. TAL FATO PODE FAVORECER A CONSCIENTIZAÇÃO DOS CIDADÃOS NO QUE TANGE ÀS QUESTÕES AMBIENTAIS.

A Importância do Livro Didático

A educação escolar dá-se por intermédio da mediação didático-pedagógica que se instaura entre conhecimentos práticos e teóricos. Por isso, seus procedimentos necessitam ajustar-se tanto à situação peculiar da escola e ao desenvolvimento do educando quanto aos diversos saberes de que se valem. Assim sendo, advém a importância do livro didático (LD) como suporte de reflexão dessa situação particular, atentando para a dupla exigência: de um lado, os procedimentos, as informações e os conceitos sugeridos nos livros escolares; de outro lado, as ações, as informações e conceitos que devem ser adequados à situação didático-pedagógica a que se destinam.

A LDB n. 9394/6, em seu artigo 4º, inciso VII faz menção aos programas de apoio ao material pedagógico: “O dever do Estado com a educação escolar pública será efetivado mediante garantia de atendimento do educando no Ensino Fundamental, por meio de programas suplementares de material didático [...]” (BRASIL, 1996, p. 3).

O mecanismo jurídico que regulamenta o LD é o Decreto n. 9154/85, que instituiu o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Esse plano estabelece, em seu artigo 2º, a avaliação frequente dos livros. Além do mais, a resolução nº 603, de 21 de fevereiro de 2001, passou a ser um mecanismo organizador e regulador do PNLD. O Ministério da Educação (MEC) criou várias comissões para a avaliação dos LD, na busca de melhor qualidade.

O LD é uma preciosa ferramenta para que os alunos tenham acesso ao conhecimento formal. Além disso, sabe-se, que muitas famílias têm, no LD, o primeiro

livro a entrar em seus lares. Dessa forma, é a obra que poderá abrir caminho para o hábito da leitura e para o aprendizado. Lopes (2007) atribui uma definição clássica de LD que é a “de ser uma versão didatizada do conhecimento para fins escolares e/ou com o propósito de formação de valores” (p. 208) que configuram concepções de conhecimentos, de valores, identidades e visões de mundo.

Em nível oficial, a inquietude com os livros escolares, no Brasil, começa com a Legislação do LD criada em 1938 pelo Decreto-Lei 1006 (ROMANATTO, 2000). Nesse período, o livro era tido como um recurso da educação política e ideológica, sendo o Estado o censor no uso desse material didático. Os docentes escolhiam os livros, tendo em vista uma lista pré-determinada na base dessa regulamentação legal, Art. 208, Inciso VII da Constituição Federal do Brasil, em que fica definido que o LD e o Dicionário da Língua Portuguesa são um direito constitucional do educando brasileiro (NÚÑES *et al.*, 2009).

Desde que começaram a ser impressos os primeiros LD no Brasil, esses livros passaram por diversas mudanças, tendo como objetivo seguir as novas tendências em sala de aula e objetivando uma aprendizagem mais significativa. Além disso, o LD é um importante recurso de assistência ao trabalho docente e referência na formação de milhões de crianças e adolescentes matriculados em escolas públicas e privadas. O Brasil possui um dos programas mais modernos de distribuição gratuita de milhões de livros escolares à rede pública de ensino e, para um resultado de qualidade na elaboração dessas obras didáticas, a indústria editorial necessita assimilar as especificidades e as exigências do cotidiano escolar no processo de elaboração do LD, englobando o trabalho de uma equipe multidisciplinar e profissionais capacitados e com experiência em sala de aula.

Para uma utilização adequada por parte do educando, os LD necessitam comportar instrumentos que provoquem a discussão sobre o conteúdo teórico com a finalidade de permitir sua conversão em conhecimento (VASCONCELOS; SOUTO, 2003), fazendo com que o estudante desenvolva seu próprio conhecimento e, diante dele, possa tomar suas próprias decisões.

Dessa maneira, a apropriação do conhecimento científico acarreta a escolha de uma abordagem metodológica coerente com a concepção de ensino (PERUZZI *et al.*, 2000) que tem a intenção de instigar e desenvolver diversas competências cognitivas como a compreensão, a memorização, a análise, a síntese, a formulação de hipóteses e o planejamento. Assim sendo, o LD não poderá privilegiar uma única dessas competências em detrimento das demais. (BRASIL, 1997a).

Em diversas escolas públicas brasileiras, o LD é, muitas vezes, a única fonte de trabalho em sala de aula como material impresso, por isso torna-se ferramenta importante no aprendizado de alunos desses estabelecimentos de ensino. Dessa forma, a escolha do livro escolar deve ser bem analisada pelo professor para que esse recurso traga ao educando atividades que o levem a desenvolver diferentes competências. Santos e Carneiro (2006) afirmam que:

O LD assume essencialmente três grandes funções: de informação, de estruturação e organização da aprendizagem e, finalmente, a função de guia do aluno no processo de apreensão do mundo exterior. Deste modo, a última função depende de o livro permitir que aconteça uma interação da experiência do aluno e atividades que instiguem o estudante desenvolver seu próprio conhecimento, ou ao contrário, induzi-lo a repetições ou imitações do real. Entretanto o professor deve estar preparado para fazer uma análise crítica e julgar os méritos do livro que utiliza ou pretende utilizar, assim como para introduzir as devidas correções e/ou adaptações que achar convenientes e necessárias (p. 206).

Sabe-se que, por melhor que sejam as escolhas em relação aos livros escolares, estes apresentam limitações. Assim sendo, cabe ao professor superar essas restrições inerentes a essas obras, que por seu caráter genérico, muitas vezes, não conseguem contextualizar os saberes como não podem conter atividades específicas para atender às problemáticas locais. É tarefa dos docentes complementar, adaptar, dar maior sentido aos bons livros recomendados pelo MEC (NÚÑES *et al.*, 2009).

Os PCN de Língua Portuguesa do Ensino Fundamental (BRASIL, 1997b) trazem algumas indagações para que o professor repense a utilidade pedagógica do LD e que servem para outras disciplinas também. São reflexões como: Os conceitos estão corretos? São adequados? Os exercícios ajudam o aluno a pensar e desenvolver o raciocínio crítico? As ilustrações contribuem para a compreensão dos textos?

Dessa maneira, respostas a essas e a outras perguntas dão-nos indícios para a escolha de um livro que poderá auxiliar na ação pedagógica do professor. Contudo, é necessário ressaltar que o LD é somente um instrumento de apoio ao trabalho docente e que, por melhor que seja, pode ser ampliado com exercícios e atividades conforme a realidade de cada localidade ou estudantes a serem atendidos.

Assim sendo, percebe-se que a opção por determinado livro escolar e o seu uso em sala de aula é um tema bastante difícil, já que contempla a definição de critérios que operacionalizem o processo de escolha e promovam a discussão sobre os processos de ensino e aprendizagem.

O Programa Nacional do Livro Didático e a Educação Ambiental

Conforme estudo histórico de Maia *et al.*, (2011) os LD chegaram às escolas em 1929 através do Instituto Nacional do Livro (INL), que tinha como função avaliar e selecionar esses livros. Em 1966, foi firmado um acordo entre o Ministério da Educação (MEC) e a Agência Norte-Americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), com objetivo de distribuir gratuitamente, por três anos, livros para os estudantes. A USAID teria o controle sobre a produção, edição, ilustração e distribuição dos livros e ao MEC caberia a responsabilidade de execução. Em 1971, o acordo foi extinto e o INL ficou responsável por gerenciar os assuntos referentes ao LD, criando o Programa do Livro Didático para o Ensino Fundamental (PLIDEF). A partir de 1985, em substituição ao PLIDEF foi criado o atual PNLD com foco na distribuição gratuita de livros para o ensino fundamental e as classes de alfabetização infantil.

Em 2004, o governo federal também cria o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), quando universaliza o LD para alunos de escolas públicas do ensino médio de todo o país. Após a avaliação das obras, o MEC publica o Guia de Livros Didáticos com resenhas das coleções consideradas aprovadas. O Guia e os livros são encaminhados às escolas, que escolhem duas opções de obras para cada ano e disciplina, entre os títulos disponíveis, conforme proposições que melhor atendem ao seu projeto político pedagógico (MAIA *et al.*, 2011). Caso não seja possível a compra da primeira opção, é enviada à escola a segunda coleção escolhida. Portanto, a escolha da segunda opção deve ser tão criteriosa quanto a primeira.

A cada ano, o MEC adquire e distribui para os alunos das escolas públicas em ciclos trienais alternados: anos iniciais do ensino fundamental, anos finais do

ensino fundamental ou ensino médio. Os alunos devem devolver os livros após o uso de um ano, pois os livros serão reutilizados nos anos subsequentes.

No que tange à questão ambiental, tanto conceitual quanto metodológica, o PNL D 2015 avalia se as obras do componente curricular Química abordam a dimensão ambiental dos problemas contemporâneos, os processos humanos, as situações, os conceitos e artefatos tecnológicos que envolvem as transformações da matéria e os modos de produção do mundo do trabalho (GUIA, 2014).

Frente a essa realidade, o livro didático cumpre um papel de grande importância na educação ambiental de maneira formal, pois é um elemento que está presente em sala de aula e auxilia na implementação das políticas de educação em geral. Os professores podem utilizar o LD no planejamento das aulas e os estudantes se apoiam no LD para fundamentar sua aprendizagem. O LD surge como um aliado para se trabalhar de maneira transversal as temáticas complexas, como por exemplo, a questão ambiental (MAR PICA; LOGAREZZI, 2010).

Nesse sentido, Corrêa *et al.*, (2013) consideram que o livro didático corresponde a um importante instrumento de mediação entre o conhecimento científico, os conhecimentos dos professores e dos alunos, embasando, desse modo, a formação intelectual destes. Assim, é fundamental que a comunidade científica conheça os conteúdos e temáticas presentes nesses materiais, para identificar a necessidade de atualização e/ou adequação dos conhecimentos apresentados e das propostas metodológicas desenvolvidas.

Metodologia

Esta pesquisa tem natureza qualitativa. A pesquisa qualitativa, segundo Denzin e Lincoln (2005), envolve uma abordagem naturalista, interpretativa do mundo, o que significa que os pesquisadores estudam os fenômenos em seus cenários naturais, tentando entender, ou interpretar esses fenômenos em termos dos significados que as pessoas conferem a eles.

Para tanto, a investigação foi realizada a partir da Análise Documental (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). A Análise Documental é uma técnica que viabiliza a investigação qualitativa, pois considera qualquer material escrito sobre o comportamento humano como um recurso que pode ser utilizado no estudo. Os documentos escritos são uma fonte rica e estável, pois podem ser acessados várias vezes e por pesquisadores diferentes, possibilitando reflexões de distintas naturezas. Além disso, os documentos podem ser associados a outras técnicas de coleta de dados, como questionários, entrevistas e observações.

Segundo Lüdke e André (1986), os documentos podem ser classificados no tipo oficial (legislação, decretos, pareceres), técnico (relatórios, planejamentos, livros) e pessoal (carta, diário, autobiografia). Dessa forma, os documentos analisados neste trabalho foram: os livros didáticos (documentos técnicos) e a Legislação Educacional (documentos do tipo oficial).

Durante a leitura e análise dos documentos, utilizou-se a Análise de Conteúdo que se caracteriza como um dos procedimentos clássicos para interpretar materiais textuais. De acordo com Bardin (1977), a Análise de Conteúdo é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (p.42).

Nesse sentido, a análise de conteúdo auxilia o pesquisador a destacar ideias, enunciados e proposições do texto que possam ter significado isolado. Na sequência, são determinados os núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, possam ser significativas para o objetivo escolhido.

A partir desses pressupostos metodológicos, neste trabalho foram analisados os três volumes dos quatro livros de Química do Ensino Médio apresentados no Guia de Livros Didáticos do PNLD 2015 (Tabela 1) quanto à abordagem da temática Ambiental.

Tabela 1: Relação dos LD analisados – todas as obras possuem três volumes.

Livro	Autores	Título do Livro	Editora/ Cidade	Ano
A	PEQUIS Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól	Química Cidadã	AJS São Paulo – SP	2013
B	Murilo Tissoni Antunes	Ser Protagonista – Química	SM São Paulo – SP	2014
C	Martha Reis	Química	Ática São Paulo	2014
D	Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado	Química	Scipione São Paulo	2014

As Temáticas Ambientais nos Livros Didáticos de Química

Todos os livros analisados estão divididos em três volumes. Cada volume é dividido em Unidades e estas são subdivididas em capítulos. Com a Tabela 2, verificou-se que a Educação Ambiental está presente em todos os 12 volumes analisados, seguindo a tendência apontada por Cassiano e Echeverría (2014) quando analisaram os livros de Química do PNLEM/2008.

Tabela 2 - Temas encontrados nos respectivos LD em relação à Educação Ambiental.

Tema	Livro A			Livro B			Livro C			Livro D		
	v. 1	v. 2	v.3									
Agrotóxicos ou Fertilizantes	X	X	X			X			X		X	
Água e poluição das águas		X		X	X	X	X	X		X	X	X
Energia (petróleo, biocombustíveis)		X		X	X	X		X	X	X	X	X
Indústria			X		X	X	X	X	X	X	X	
Sustentabilidade e Lixo	X				X		X	X	X	X	X	X
Poluição atmosférica (aquecimento global, efeito estufa e chuva ácida)	X			X	X	X	X		X		X	X

Nos livros do PNLD/2015, as temáticas: "Água" e "Energia" são as mais trabalhadas e recorrentes em mais de um dos volumes de cada Livro, com exceção

do Livro A. Pode-se observar que o Livro A abordou as temáticas de maneira abrangente em apenas um dos volumes, diferente dos outros que apresentaram a discussão em mais de um trecho do capítulo ou em capítulos diferentes em cada volume.

As Unidades do Livro A apresentam uma capa que mostra uma ou mais imagens relacionadas ao tema que será trabalhado. Na capa da Unidade, encontra-se o índice e assuntos abordados em cada capítulo. A abertura de capítulo se dá através de um amplo texto (uma, duas ou três páginas) intitulado “Tema em Foco” que apresenta um tema social que contextualiza o conhecimento químico. No desenvolver dos capítulos, temos “Debata e entenda” que faz um exercício de reflexão para o debate. O tópico “Pense”, durante o texto, traz um exercício de reflexão aos alunos. Sempre que aparece a chamada “A Ciência e a História” é apresentado um texto que faz uma relação histórica com o surgimento de definições e conceitos dos conteúdos estudados. Em “Ação e cidadania”, os autores propõem atividades para os alunos conhecerem sua comunidade. No tópico “Química na Escola”, há propostas de experimentos investigativos e muitos podem ser realizados em sala de aula. Em “Atitude Sustentável”, são apresentadas sugestões, cuidados para a prática da cidadania, sobretudo no que se refere a impactos ambientais. Também faz parte da estrutura do Livro A, “Exercícios e Atividades” para revisar o aprendizado do capítulo e ainda ao final do capítulo “O que aprendemos neste capítulo” no qual se apresenta um resumo do capítulo.

No Livro B, a página de abertura da Unidade mostra uma imagem e um texto pequeno, meia página, relacionado ao tema da Unidade. Na abertura do capítulo, novamente os autores apresentam uma imagem e um texto. O texto relaciona o contexto da imagem com o assunto do capítulo. Na apresentação dos conteúdos, os autores mostram quadros temáticos em “Saiba mais” no qual é feito o aprofundamento do conteúdo ou a retomada de algum conceito já abordado no Livro. Em “Atividades”, os autores trazem exercícios sobre os temas estudados e questões do ENEM e de vestibulares. No final dos capítulos, apresenta-se o tópico “Ciência, tecnologia e sociedade” no qual os autores trabalham textos ilustrados complementares acompanhados de questões de reflexão de assuntos abordados durante os capítulos. O livro ainda apresenta propostas de atividades experimentais em “Atividade experimental”, proposta de dois projetos para envolver a comunidade escolar em “Projetos” e textos ou atividades que relacionam a Química com as outras áreas do conhecimento “Química e ... (Biologia ou Física ou Geografia, etc.)”.

Nas aberturas das Unidades do Livro C, há uma imagem grande que envolve duas páginas do livro com um breve texto (meia página) que introduz o tema da Unidade. Os capítulos iniciam com o tópico “Saiu na Mídia” o qual mostra um texto jornalístico relacionado com o tema que será abordado. Durante os capítulos, podemos observar caixas de textos, normalmente ocupando uma página inteira, com títulos diferentes: “Cotidiano do Químico” discussão de processos químicos feitos em laboratório com aparelhagem específica; “Experimento” no qual são propostos experimentos investigativos para despertar questionamentos e introduzir um assunto; “Curiosidade” em que os autores apresentam fatos intrigantes a respeito do assunto, eventos históricos ou discussões extras para enriquecimento das aulas. Durante os tópicos dos capítulos, são propostos exercícios em “Questões” e/ou “Química e saúde” que contextualizam conceitos de Química com temas relacionados aos cuidados com a saúde. “De onde vem... para onde vai?” discute de maneira simples o uso das matérias-primas. “Compreendendo o mundo” é a seção que finaliza a

Unidade, concluindo o tema que foi discutido durante o capítulo, seguido de “Exercícios de revisão”.

No Livro D, na abertura do capítulo (em duas páginas), é mostrada uma ilustração grande com um pequeno texto (meia página) com temas que serão desenvolvidos ao longo do capítulo. Durante o capítulo, os autores apresentam várias seções. Em “Atividade”, são propostas atividades experimentais, de pesquisa, de elaboração de texto, entre outras, acompanhadas de ações que promovem o diálogo entre os alunos. Na seção “Projetos”, o objetivo é trabalhar o tema de estudo de forma mais ampla. Em “Textos”, propõem-se textos para fechar a seção e em “Atividade” apresentam-se questões sobre a leitura ou sobre as atividades. O livro inclui também outros textos, tais como retirados de periódicos ou internet. Em “Questões”, a seção traz questões relacionadas ao que foi abordado em “Texto” ou em “Atividade”. Em “Questões de exames”, são propostas questões extraídas dos vestibulares e do ENEM. Em “Na Internet”, a seção apresenta sugestões de sites que se referem ao conteúdo estudado.

Frente a essas características, destaca-se que o Livro A é o que mais apresenta textos complementares, informações, ilustrações (fotos, tabelas, esquemas) e exercícios de reflexão sobre os temas vinculados à Educação Ambiental. O Livro B trabalha a temática com mais frequência que o Livro A, apresentando exercícios de reflexão e textos menores, porém com ilustrações e representações que contextualizam os conteúdos. O Livro C e o D, além dos textos, apresentam experimentos e resultados para serem analisados e propostas de experimentos investigativos sobre as temáticas ambientais.

Conclusões

A análise realizada neste trabalho mostrou um grande avanço do livro didático brasileiro em relação ao tratamento do tema Educação Ambiental. Na realidade, o que se percebeu nas obras examinadas foi que o tema em questão esteve bastante presente em todos os livros verificados, mostrando que trabalhar com Educação Ambiental requer recuperar e construir valores na esfera da escola e da comunidade.

Acredita-se que apenas o livro didático, por si só, não possa desenvolver a consciência ambiental dos educandos, tornando-os críticos, éticos e responsáveis em relação à problemática ambiental que aflige o nosso planeta. Entretanto, é inegável que essas obras são fontes de importantes informações que, aliadas ao trabalho de aprofundamento e reflexão do professor, levará esses educandos a uma real consciência da tão importante formação da cidadania ambiental e consequente opção por adotar um modelo sustentável de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1977.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e base da Educação Nacional – LDB**. Centro de documentação do Congresso Nacional. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997a.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – CIÊNCIAS** 1997. Brasília: 1997b.

CASSIANO, K. F. D.; ECHEVERRÍA, A. R. Abordagem Ambiental em Livros Didáticos de Química: Princípios da Carta de Belgrado. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 220-230, 2014.

CORRÊA, A. D.; CAMINHA J. R.; SOUZA, C. A. M.; ALVES, L. A. Uma abordagem sobre o uso de medicamentos nos livros didáticos de biologia como estratégia de promoção de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro – RJ, v. 18, n.10, 3071-3081, 2013.

DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Orgs). **O Planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. Tradução Sandra Regina Netz. Porto Alegre: Artmed, 2005.

GUIA. **Guia de livros didáticos**: PNLD 2015: Química: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, p.60, 2014.

LOPES, A. C. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007, p. 205-228.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 1 ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1986.

MAIA, J. O.; SÁ L. P.; MASSENA E. P.; WARTHA E. J. O livro didático de Química nas concepções de professores do ensino médio da região sul da Bahia. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 115-124, 2011.

MARPICA, N. S.; LOGAREZZI, A. J. M. Um panorama das pesquisas sobre livro didático e educação ambiental. **Ciência e Educação**, São Bernardo do Campo - SP, v. 16, n. 1, p. 115-130, 2010.

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. **A Seleção dos Livros Didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de ciências**. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/deloslectores/427Beltran.pdf>>. Acesso em: Jan. 2015.

PERUZZI, H. U. et.al. Livros Didáticos, Analogias e Mapas Conceituais no Ensino de Célula. In: ARAGÃO, R. M. R. DE; SCHNETZLER, R. P.; CERRI, Y. L. N. S. (Org.). **Modelo de Ensino: Corpo Humano, Célula, Reações de Combustão**. Piracicaba, São Paulo: UNIMEP/CAPES/PROIN, 2000.

ROMANATTO, M. C. O livro didático: alcances e limites. In: ENCONTRO PAULISTA DE MATEMÁTICA, 7., 2004. São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SBEM, 2004.

SANTOS, W. L.; CARNEIRO, M. H. S. Livro Didático de Ciências: Fonte de informação ou apostila de exercícios. **Contexto e Educação**, Ijuí, ano 21, Julho/dezembro, 2006.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

APÊNDICE J - Trabalho apresentado no I EREC - Encontro Regional de Ensino de Ciências

A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA PROPOSTA PARA ABORDAGEM SOBRE AGROTÓXICOS NO ENSINO MÉDIO

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro⁽¹⁾, Cláudio Aramy Marcinkowski⁽²⁾, Camila Greff Passos⁽³⁾, Tania Denise Miskinis Salgado⁽⁴⁾

Metodologia do ensino / Relato de experiências

⁽¹⁾ Estudante; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; <http://www.ufrgs.br/ppgeducacaociencias/index.php/pt/>; (professordanielufrgs@hotmail.com).

⁽²⁾ Professor; Escola Estadual de Ensino Médio Agrônomo Pedro Pereira; Porto Alegre, RS; (marcinkowski@terra.com.br).

⁽³⁾ Professora; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; <http://www.iq.ufrgs.br/ppgq/index.php/pt-br/>; (camilagpassos@gmail.com).

⁽⁴⁾ Orientadora; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; <http://www.ufrgs.br/ppgeducacaociencias/index.php/pt/>; (tania.salgado@ufrgs.br).

RESUMO

Este trabalho, de natureza qualitativa, consiste na análise de uma experiência de utilização da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino Médio. O objetivo desta proposta é desenvolver uma prática pedagógica que contribua para que o aluno tenha compreensão do conhecimento científico e perceba sua vinculação com a realidade que o cerca, facilitando dessa forma o aprendizado de conceitos científicos e favorecendo o fortalecimento de habilidades que possam instrumentá-lo para a tomada de decisão e o exercício da cidadania. O estudo foi desenvolvido com 35 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Três problemas que abordavam diferentes aspectos da temática ambiental relacionada a agrotóxicos foram elaborados, os quais foram resolvidos pelos alunos em seis grupos, em uma sequência didática que compreendeu seis momentos. Para a coleta de dados, foram utilizados o Diário de Campo dos pesquisadores e a gravação do áudio da aula em que os estudantes vivenciaram a Resolução de Problemas. Os resultados apontam que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais quanto à Resolução de Problemas e aos conhecimentos científicos trabalhados. Observou-se que os estudantes adquiriram consciência dos problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, entendendo o real perigo do uso dessas substâncias químicas. Percebemos que a metodologia da Resolução de Problemas é uma prática diferenciada em que há maior interação do aluno com o conteúdo, assim como entre alunos e professores, do que em metodologias tradicionais, favorecendo a construção do conhecimento científico contextualizado.

Palavras-Chave: Resolução de Problemas, Ensino Médio, Educação Ambiental, Agrotóxicos.

INTRODUÇÃO

Sabemos que os conteúdos químicos desenvolvidos nas escolas são, em grande parte, abstratos e de complexa compreensão. O professor tem o conhecimento químico, mas em geral não consegue desenvolver os conceitos de maneira que os educandos consigam entendê-los. A forma como os conteúdos são passados aos alunos influencia de maneira direta no processo de

falta de motivação do educando, uma vez que a quantidade excessiva de conteúdos, na maioria das vezes ensinados de forma confusa e superficial, contribui com os fatores que desmotivam o estudo de Química (CARDOSO; COLINVAUX, 2000).

Acreditamos que um dos métodos de ensino capaz de melhorar o aprendizado dos alunos é a Metodologia de Resolução de Problemas (MRP). Esse método estimula os alunos para as pesquisas por investigação com ênfase no engajamento social, possibilitado pelo trabalho em grupo e, ainda, permite o debate através da comunicação e da argumentação. Nessa proposta didática, os estudantes são estimulados a explorar as ideias e propor tarefas que encorajam a discussão e o debate sobre como as coisas funcionam, desenvolvendo soluções para diferentes aspectos de um problema contextual. Assim, a MRP muitas vezes se diferencia dos modelos tradicionais, uma vez que os problemas sugeridos abordam assuntos amplos, com questões abertas e sugestivas, possibilitando ao estudante a construção do seu conhecimento através de suas próprias habilidades (GOI; SANTOS, 2009).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN), as orientações para o ensino de Química sugerem que a ênfase da temática de interesse deste trabalho (agrotóxicos) seja integrada à discussão sobre as propriedades da matéria e as interações do homem com a atmosfera (BRASIL, 1999). Os PCN+ sugerem, quanto aos agrotóxicos, que o trabalho esteja associado à competência: representação e comunicação, como a leitura e interpretação de textos científicos, de jornais e de outros meios de comunicação sobre a utilização de agrotóxicos e outros tipos de poluentes (BRASIL, 2002). De forma convergente, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio orientam o trabalho articulado dos conteúdos químicos aos aspectos sociocientíficos oriundos de questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. Quanto ao estudo dos agrotóxicos, o documento sugere a discussão sobre sua utilização e ação como poluente (BRASIL, 2006).

Entendemos que o ensino e a aprendizagem envolvendo práticas interdisciplinares e contextualizadas são de grande valia na busca por uma educação que leve à formação de cidadãos participativos, criativos, capazes de transformarem o mundo em que vivem e a realidade na qual estão inseridos. Pensando dessa maneira é que realizamos um trabalho interdisciplinar entre Química e Língua Portuguesa, com o objetivo de aplicar a MRP e de contextualizar nosso trabalho com a temática ambiental agrotóxicos. Pretende-se assim possibilitar aos alunos desenvolverem habilidades e competências, tornando-se capazes de construir seus próprios conhecimentos e, ao mesmo tempo, conscientizarem-se dos problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar.

METODOLOGIA

Diante das possibilidades de pesquisas na perspectiva qualitativa, optou-se pelo método de Estudo de Caso, o qual possibilita uma investigação empírica de um contexto único e bem delimitado, que engloba planejamento, técnicas de coleta de dados variadas e suas análises (BODGAN; BIKLEN, 1994). Neste trabalho, apresenta-se a análise de uma experiência de utilização da MRP no Ensino Médio, contextualizando o tema agrotóxicos, sua definição, utilização e diferentes alternativas para essas substâncias químicas. O estudo foi desenvolvido com 35 alunos do 3º ano do Ensino Médio regular, turno diurno de uma escola pública estadual de Ensino Médio da cidade de Porto Alegre/RS, sendo os pesquisadores professores dos sujeitos deste trabalho. Os dados foram coletados através de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998) dos pesquisadores e da gravação do áudio da aula em que os estudantes vivenciaram a Resolução de Problemas. Todos os participantes ou responsáveis assinaram termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A atividade na qual os estudantes vivenciaram a MRP foi realizada na sala de vídeo da escola, em um único encontro de seis períodos contínuos, para evitar a entrada e saída de alunos, de modo que todos participaram de todas as etapas do

estudo. Utilizou-se uma sequência didática adaptada de Goi e Santos (2009), que compreendeu seis momentos:

I. Introdução dos alunos ao tema, através de um vídeo de motivação (“O Veneno está na mesa 1” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=fnyZwI7022I>) e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos; II. Organização das equipes de trabalho, em cinco grupos de seis pessoas e um grupo de cinco pessoas, seguida da leitura e análise dos problemas, que serão apresentados no decorrer da discussão do presente trabalho; III. Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta, que incluíam o livro didático das Ciências da Natureza e Matemática da Educação de Jovens e Adultos (SCRIVANO, et al., 2013) e os três volumes do livro didático de Química (SANTOS; MÓL, 2013), adotados pela escola pelo Programa Nacional do Livro Didático. IV. Elaboração das apresentações com as resoluções; V. Plenária de apresentação das resoluções; VI. Debate coletivo, no qual os professores formadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três problemas elaborados pelos pesquisadores abordam a temática ambiental agrotóxicos. De acordo com Pozo e Crespo (1998), os problemas propostos são classificados como: escolares, os quais têm por objetivo desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes cabíveis à ciência que possibilitam a compreensão dos acontecimentos cotidianos; semiabertos, pois os enunciados apresentam parcialmente os subsídios necessários para a sua resolução; qualitativos, pois os estudantes podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem a necessidade de realização de cálculos ou ênfase no raciocínio matemático; e teórico-práticos, porque aceitam estratégias experimentais e raciocínios teóricos para resolvê-los. Destaca-se que os problemas semiabertos e qualitativos possibilitam que os próprios estudantes incorporem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver a tarefa.

Problema 1: *“Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. A Química entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema, os chamados agrotóxicos. Você é professor de Química de uma zona rural de Porto Alegre e descobriu que alguns dos seus alunos são agricultores e não utilizam roupas de proteção apropriadas na aplicação de agrotóxicos nas lavouras. Você dará aula para esses estudantes e outros que também precisam saber sobre os cuidados que devem ter com os agrotóxicos. Faça uma pesquisa a respeito da definição de agrotóxicos e a finalidade para a qual são utilizados na agricultura. Dê exemplo de um defensivo agrícola, seu nome, estrutura química e os problemas de saúde e danos ao organismo humano que esse agrotóxico e outros podem causar. O que os agricultores podem fazer para amenizar os riscos à saúde no momento da aplicação de agrotóxicos?”* O problema iniciava relacionando agrotóxicos com ensino de Química e pretendia que os alunos, na sua resolução, percebessem que essas substâncias químicas podem causar graves problemas à saúde humana e que o uso de roupas apropriadas (máscaras, botas, luvas etc) na aplicação de agrotóxicos infelizmente ainda não é rotina para a maioria dos agricultores brasileiros.

Problema 2: *“Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica. Devido a doenças e ervas daninhas, os agricultores utilizam agrotóxicos para controlar essas pragas. Agrotóxicos são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças, ou plantas daninhas que causam danos às plantações. Os agrotóxicos também podem ser chamados de defensivos agrícolas ou agroquímicos, mas apesar dos diferentes nomes, todos possuem o mesmo significado. Você foi contratado para analisar e resolver o*

problema da pulverização de agrotóxico em um arrozal. O agrotóxico que cai do avião agrícola pulveriza as lavouras de arroz e protege as plantações e o futuro dos grãos. Nas imediações, há moradores, animais e um rio corta a plantação. Quais seriam as consequências de realizar uma aplicação aérea de agrotóxicos sem um estudo prévio das condições meteorológicas e do entorno dessa pulverização? Pesquise sobre as alternativas para o cultivo de agricultura sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso. Discuta, também, quais as vantagens e desvantagens de cada uma dessas alternativas e decida quais delas você considera mais eficientes para diminuir o uso de agrotóxicos. ” Esse problema estava relacionado com as metodologias de aplicação de agrotóxicos nas lavouras e com as alternativas para sua substituição. Esperava-se que os alunos compreendessem que o estudo das condições meteorológicas é fundamental na aplicação de agrotóxicos, por requerer voos de baixa altura, que têm grande risco de queda de avião em condições de chuva e vento fortes, e porque conforme o sentido do vento, pode atingir áreas vizinhas, contaminando o meio ambiente. Pretendia-se ainda que os alunos percebessem que existem inúmeras possibilidades para substituir agrotóxicos e que todas as alternativas têm vantagens e desvantagens.

Problema 3: *“O desenvolvimento tecnológico contribui de forma significativa para o aumento da produtividade agrícola, elevando a quantidade de alimentos produzida por área cultivada. Esse aumento de produtividade possibilitou uma maior disponibilidade de alimentos para a população. No entanto, a exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição de áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além do que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante disso, a agricultura orgânica tem aumentado muito no Brasil e tem tido um mercado promissor. O alimento orgânico é originário do reino vegetal e cultivado sob circunstâncias específicas sem uso de agrotóxicos, pesticidas, hormônios e outros. Pesquise a respeito da agricultura orgânica, seus princípios, suas práticas de cultivo, vantagens, desvantagens etc. Dê um exemplo de controle natural de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os agrotóxicos.”* Esse problema relacionava-se aos efeitos ambientais que a exploração agrícola pode causar. Solicitou-se que os alunos pesquisassem sobre a agricultura orgânica, para que entendessem que a produção convencional pode comprometer a saúde e o ambiente, mesmo com o aumento da produtividade agrícola. Já a agricultura orgânica exige mais tempo e trabalho para a produção, além de apresentar menor rendimento no tamanho e na quantidade dos produtos, levando a custos mais altos que os da agricultura convencional. Entretanto, a agricultura orgânica busca melhorar a qualidade dos alimentos sem contaminar produtores e consumidores, respeitando e preservando o ambiente. Além disso, o problema visava mostrar aos educandos que diversas alternativas para o controle de insetos na lavoura têm sido desenvolvidas, como: uso de predadores naturais (controle biológico); esterilização por radiação nuclear; rodízio de culturas; desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética e controle químico com o uso de feromônios.

Momento I: Introdução dos alunos ao assunto, a partir da visualização do vídeo sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar. Os estudantes mostraram-se interessados e atentos às informações trazidas pelo filme. Um dos pesquisadores fez algumas pausas no vídeo para realizar comentários pertinentes ao assunto tratado e esclarecer dúvidas que iam surgindo.

Momento II: Divisão da turma em seis grupos. Eram três problemas, portanto dois grupos resolveram um mesmo problema. Solicitou-se que lessem com atenção a folha recebida. Os registros no Diário de Campo mostram que os grupos não apresentaram dificuldades quanto à compreensão dos enunciados e que buscaram as informações nos materiais indicados pelos pesquisadores.

Momento III: Durante a leitura dos problemas pelos grupos, percebeu-se que os educandos demonstram interesse pela atividade proposta, pois à medida que iam os problemas

e os textos de apoio, discutiam entre si as questões solicitadas. Enquanto os alunos trabalhavam, os pesquisadores circulavam entre os grupos para auxiliá-los em possíveis dúvidas e, através de esclarecimentos e de novas perguntas para os educandos, tentaram guiá-los para um melhor entendimento dos problemas sobre agrotóxicos. Num processo assim, o professor desempenha um papel primordial, qual seja o de agir como mediador do processo de construção do conhecimento, empregando um “método que seja ativo, dialógico, crítico e criticista” (FREIRE, 1979, p. 39), permitindo uma interação maior entre docente e discente e beneficiando o processo de ensino e aprendizagem.

Momento IV: Foram elaboradas as resoluções dos problemas pelos grupos. Todos os grupos produziram relatórios escritos (que não serão analisados neste trabalho) e cartazes para ajudá-los nas apresentações.

Momento V: A análise a seguir foi feita a partir do áudio das apresentações dos grupos. O problema 1 foi solucionado pelos grupos 1 e 2. O grupo 1 explicou adequadamente a resolução do problema, apresentando para o mesmo sugestões plausíveis. Além disso, para esse grupo, a diminuição do uso de agrotóxicos poderia ser feita por intermédio de palestras que ensinassem o uso correto desses produtos químicos e a divulgação da agricultura orgânica. Já o grupo 2, teve dificuldade em falar sobre os problemas de saúde que os agrotóxicos podem causar. Coube aos grupos 3 e 4 solucionar o problema 2. Ambos os grupos conseguiram perceber que há possibilidades para se substituir os agrotóxicos, entretanto tiveram dificuldade em perceber que cada uma das alternativas possui vantagens e desvantagens. Entenderam os cuidados que seriam necessários para uma aplicação aérea de agrotóxicos nas lavouras. Os grupos 5 e 6 trabalharam com o problema 3. O grupo 5 não teve grandes dificuldades em resolvê-lo e propôs uma resolução próxima da esperada. O grupo 6 não conseguiu citar um exemplo de controle natural de pragas.

Momento VI: Os professores administraram a discussão sobre as resoluções apresentadas, as dificuldades enfrentadas e os conceitos fundamentais abordados. Explicaram as consequências da utilização de agrotóxicos, fazendo um apanhado das apresentações feitas pelos educandos, identificando as dificuldades e o que os alunos não conseguiram resolver nos problemas. De acordo com os apontamentos do Diário de Campo, os pesquisadores, por intermédio de perguntas condutoras, e a partir das afirmações dos alunos e das resoluções dos problemas propostas por eles, fizeram com que os estudantes chegassem à conclusão de que os agrotóxicos são prejudiciais ao meio ambiente: seres vivos, solo, rios, ar, plantas etc.

CONCLUSÕES

Acreditamos que na Metodologia de Resolução de Problemas o papel do professor não é o de transmitir conhecimentos, mas de ser motivador, facilitador, mediador das indagações trazidas pelos educandos. Dessa forma, o aluno não recebe pronto o conhecimento, mas o vivencia, refletindo sobre o mesmo, gerando o seu próprio conhecimento. Entendemos que a sequência didática implementada favorece aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais quanto à RP e aos conhecimentos científicos trabalhados. Além disso, percebemos que a MRP é uma prática diferenciada em que há maior interação do aluno com o conteúdo, assim como entre os alunos e os professores, do que em metodologias tradicionais, favorecendo a construção do conhecimento científico contextualizado. Percebem-se essas características, durante todo o processo vivenciado pelos pesquisadores no trabalho realizado com a turma em questão. Desde a atenção dos educandos no início do trabalho, passando pelas discussões no decorrer das resoluções até a apresentação dos problemas solucionados, sempre com muito entusiasmo e interesse por parte dos alunos. Além do mais, nota-se que os estudantes adquirem consciência dos problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, entendendo o real perigo do uso dessas substâncias químicas.

REFERÊNCIAS

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Editora Porto, 1994.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Volume 2. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio, Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova**, São Paulo, v.23, n.3. p. 401-404, 2000.
- FREIRE, Paulo. **Educação e Mudança**. São Paulo: Paz e Terra, 1979.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 203-209, 2009.
- PORLÁN A. R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula**. 6 ed. Sevilla: Díada, 1998.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J. I. (Org.) **A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã**. 2 ed. São Paulo: AJS, 2013.
- SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano: Ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos**. 1 ed. São Paulo: Global, 2013.

APÊNDICE K - Trabalho apresentado no 37º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

Materiais didáticos e a temática da minimização dos problemas ambientais causados por agrotóxicos: abordagem de alternativas para a sua substituição

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro^{1*} (PG), Cláudio Aramy Marcinkowski² (FM), Camila Greff Passos³ (PQ), Tania Denise Miskinis Salgado^{1,3} (PQ).

* professordanielufrgs@hotmail.com

1- Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS.

2- Escola Estadual de Ensino Médio Agrônomo Pedro Pereira. Av. Bento Gonçalves, 8426, CEP 91540-000. Porto Alegre, RS.

3- Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS.

Palavras-Chave: Educação ambiental, agrotóxicos, ensino de química.

Área Temática: Educação ambiental.

RESUMO: Este trabalho visa apresentar subsídios teóricos para a elaboração de materiais didáticos sobre métodos alternativos para uma agricultura sustentável, que minimize ou substitua o uso dos agrotóxicos. Escolheu-se este tema por ser o Brasil responsável por uma produção agrícola de reconhecimento internacional, mas o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. A educação ambiental pode ser um instrumento de conscientização dos cidadãos, por meio da abordagem deste tema em sala de aula. Neste sentido foi realizado um estudo exploratório no sítio do SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), associado à metodologia da análise documental. Com o estudo realizado, verificou-se um gradual aumento da procura pelo uso mais racional de agrotóxicos na agricultura brasileira e que o emprego de métodos alternativos, como plantio direto, proteção de plantas e uso de feromônios, tem mostrado efeitos positivos.

Os Impactos Ambientais Causados por Agrotóxicos

Impacto ambiental é a adulteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada atividade ou ato. Estas adulterações necessitam ser quantificadas, pois apresentam variações relativas, podendo ser boas ou ruins, amplas ou pequenas. Deve ser entendido como um desequilíbrio provocado por um choque, um "trauma ecológico", resultante da ação do homem sobre o meio ambiente. Mas também pode ser resultado de fenômenos naturais (CAMPOS; CAMPOS, 2004).

Agrotóxicos são substâncias químicas que surgiram na tentativa de facilitar o manejo agrícola, com a função de eliminar organismos que representam obstáculos à produção, mas raramente são seletivos. Muitos agrotóxicos atuam interferindo em processos bioquímicos e fisiológicos que são comuns para um imenso número de doenças e organismos não-alvo. Os problemas causados pelos agrotóxicos sobre o meio ambiente não são sempre óbvios, porém, geralmente insidiosos. "Provoca efeitos muito mais sérios do que se aparenta, tais como mudança adversa na qualidade ambiental, que pode reduzir o potencial produtivo, ao invés da aparente toxicidade" (EMBRAPA, 2017a).

Netto (2009) alerta como a produção de alimentos fornecidos por uma agricultura praticada em larga escala, baseada em uma poderosa indústria de

agrotóxicos, pesticidas e fertilizantes químicos, que contaminam seus produtores e consumidores, prejudica a saúde humana e, conseqüentemente, o meio ambiente. Alegando a necessidade de prover alimentos básicos à população crescente, concentrada nas áreas urbanas, a agricultura moderna utiliza pesticidas, hormônios e fertilizantes químicos que causam a devastação do meio ambiente, a contaminação dos lençóis freáticos e a deterioração da saúde dos consumidores, que é elo final da cadeia (RIGOTTO, 2012).

Nesse contexto, surge a necessidade de alternativas para substituição parcial e/ou total dos Agrotóxicos, conseqüentemente, a minimização dos impactos ambientais causados por essas substâncias químicas. Como exemplo de alternativas para a não utilização de agrotóxicos ou sua minimização na agricultura, destaca-se: i. o plantio direto; ii. a proteção de plantas; iii. o uso de feromônios (DAROLT, 2000; GHINI; BETTIOL, 2000; ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

A Temática Ambiental Agrotóxicos no Ensino de Química

Com alguns avanços na agricultura, percebemos como o cenário do agronegócio mudou significativamente nas últimas décadas. De acordo com Miranda (2012), se a produção mundial de grãos por hectare duplicou entre 1950 e 1980, o consumo de fertilizantes químicos saltou de 4 para 150 milhões de toneladas em 60 anos do século XX. O Planeta segue longe da segurança alimentar, pois atualmente há, no mundo, 1 bilhão de pessoas com algum tipo de desnutrição. No Brasil, somente entre os anos 2005 a 2011, o uso de agrotóxicos dobrou, transformando essa nação no maior mercado consumidor desses tipos de micropoluentes do mundo (RIGOTTO et al. 2012).

No ensino de Química, os PCN+ sugerem que os conteúdos abordados e as atividades desenvolvidas devem ser propostos de forma a promover o desenvolvimento dos alunos em algumas competências, entre elas, a capacidade de analisarem criticamente e interpretar os diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico químico, por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos sobre agrotóxicos e outros poluentes (BRASIL, 2002). Além disso, o mesmo documento orienta que os alunos sejam capazes de reconhecer aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente no uso indiscriminado dos agrotóxicos, entendendo assim os problemas ambientais que essas substâncias químicas podem causar.

Ainda sobre o ensino de Química, considerando a importância do livro didático (LD) no contexto escolar, Ribeiro *et al.* (2017) realizaram uma análise dos LDs de Química do PNL 2015 sobre a Educação Ambiental (EA) e mais especificamente sobre a temática agrotóxicos. A análise realizada mostrou um grande avanço do LD brasileiro em relação ao tratamento do tema. Entretanto, observou-se que esses materiais pedagógicos não exemplificam práticas e estudos capazes de monitorar alguns tipos de agrotóxicos em diferentes matrizes ambientais e, ainda, pouco falam sobre métodos de cultivo que são capazes de diminuir ou até mesmo de não utilizar agrotóxicos na produção agrícola (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Neste âmbito, na escola, o professor desempenha papel fundamental no processo de desenvolvimento de consciência sobre a importância da sustentabilidade ambiental e socioambiental, articulada ao estudo dos conteúdos escolares, necessitando de recursos didáticos variados e orientação contínua para desenvolver ações com esses propósitos.

Assim sendo, acreditamos que essas lacunas dos LD sobre o tema ambiental em questão podem ser supridas por artigos de diferentes periódicos e materiais didáticos alternativos, que propiciem a busca da conscientização sobre a importância da diminuição do uso dessas substâncias químicas e o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis. Tais práticas, cada vez mais, ganham espaço na atualidade devido às graves consequências dos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana, e uma abordagem que privilegie estes aspectos pode representar um avanço na abordagem da temática em sala de aula (RIBEIRO *et al.*, 2017).

Frente a este contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar métodos alternativos para uma agricultura sustentável, visando fornecer subsídios teóricos para a elaboração de materiais didáticos que contemplem o estudo da temática ambiental de acordo com estas perspectivas.

Procedimentos Metodológicos

Visando atingir o objetivo deste trabalho, realizamos um refinamento no estudo exploratório realizado em todo o banco de dados do SciELO (*Scientific Electronic Library Online*) até outubro de 2015 (RIBEIRO *et al.*, 2016). Optou-se pelo uso de uma base de dados *on line*, de modo que o professor interessado possa aprofundar-se no tema por meio da leitura dos artigos aqui referenciados. O objetivo desta nova Análise Documental (MOREIRA, 2005) foi identificar alternativas citadas nos 233 artigos analisados (RIBEIRO *et al.*, 2016), para a não utilização de agrotóxicos ou a minimização de seu uso na agricultura.

A Análise Documental consiste em identificar, verificar e apreciar os documentos com uma finalidade específica e, nesse caso, preconiza-se a utilização de uma fonte paralela e simultânea de informação para complementar os dados e permitir a contextualização das informações contidas nos documentos. A Análise Documental deve extrair um reflexo objetivo da fonte original, permitir a localização, identificação, organização e avaliação das informações contidas no documento, além da contextualização dos fatos em determinados momentos (MOREIRA, 2005).

Métodos Alternativos para uma Agricultura Sustentável

O estudo exploratório dos trabalhos científicos mostrou que havia certas regularidades no que tange aos assuntos tratados, o que permitiu categorizar os artigos e agrupá-los em oito categorias (RIBEIRO *et al.*, 2016)⁵⁴. Uma dessas categorias, a saber: “Minimização dos impactos ambientais”, totalizou 20 publicações científicas (RIBEIRO *et al.*, 2016) relacionadas a esse tema, o que possibilitou a construção desta revisão bibliográfica relacionada a métodos alternativos para uma agricultura sustentável, principalmente no que tange aos conceitos, características e vantagens no uso dessas técnicas. Com este estudo, identificamos que dentre os métodos utilizados para substituir ou minimizar o uso dos agrotóxicos destacam-se: o plantio direto, a proteção de plantas e o uso de feromônios. Neste trabalho, optamos por analisar alguns artigos da categoria “Minimização dos impactos ambientais”, e outras referências de apoio relacionadas ao mesmo assunto, visando apresentar alternativas de aporte teórico aos professores que desejarem produzir materiais

⁵⁴ Categorização dos Artigos: 1) Riscos à saúde; 2) Contaminação e qualidade dos alimentos; 3) Monitoramento de solos, águas e sedimentos; 4) Tecnologia de aplicação; 5) Minimização dos impactos ambientais; 6) Seletividade; 7) Ecotoxicidade; 8) Legislação.

didáticos sobre métodos de cultivo que são capazes de diminuir ou até mesmo de não utilizar agrotóxicos na produção agrícola .

A agricultura sustentável, cada vez mais, ganha espaço na atualidade, devido à conscientização em relação às graves consequências dos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana. Segundo Ghini e Bettioli (2000) “a agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras (p.62).”

Para os autores, esse aspecto modifica as características dos sistemas convencionais de agricultura no que diz respeito à utilização de fontes não renováveis, principalmente de energia, e altera a visão acerca dos níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos no ambiente. As mudanças envolvem a diminuição da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e a maior utilização de processos biológicos nos sistemas agrícolas.

Existem vários métodos alternativos para que tenhamos uma produção agrícola sustentável e, conseqüentemente, a diminuição da utilização e/ou uso inadequado dos agrotóxicos. A seguir vamos exemplificar alguns procedimentos desse tipo de cultivo e seus benefícios.

O Sistema de Plantio Direto

É um tipo de tecnologia conservacionista, tendo um desenvolvimento acentuado a partir de 1990 no Brasil e, desde então, está sendo muito disseminado por agricultores. Essa técnica dispõe, nos dias de hoje, de sistemas adequados a diferentes regiões e a diferentes níveis tecnológicos (DAROLT, 2000).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa - (2017b), o Sistema de Plantio Direto a princípio exige cuidados na sua implantação, entretanto, depois de instalado, suas vantagens se relacionam não somente ao solo, como também ao rendimento das culturas, promovendo uma maior competitividade dos sistemas agropecuários. Com o método do plantio direto, há uma enorme redução da erosão, reduzindo, da mesma forma, o potencial de contaminação do meio ambiente e oferece ao agricultor maiores ganhos, uma vez que a estabilidade da produção é aumentada, se comparada aos métodos tradicionais de manejo do solo.

Para os autores, os benefícios em relação aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo são evidentes e se pode assegurar que o Sistema de Plantio Direto é uma ferramenta primordial para se atingir a sustentabilidade dos sistemas agropecuários.

O plantio direto é realizado sem as etapas da preparação convencional da aração e da gradagem. Utilizando-se essa técnica, é preciso que se preserve o solo sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. Essa cobertura possui o objetivo de preservar o solo do impacto direto das gotas da chuva, do escoamento superficial e das erosões hídrica e eólica. O plantio direto é considerado como uma forma de plantio mínimo, já que o preparo do solo é restrito ao sulco de semeadura, procedendo-se à semeadura, à adubação (EMBRAPA, 2017b).

A Proteção de Plantas

Este método compreende o controle de doenças, pragas e plantas invasoras, tendo como finalidade a redução dos danos advindos desses problemas fitossanitários às culturas. As técnicas utilizadas para a proteção de plantas podem ser identificadas como métodos genéticos, físicos, culturais e biológicos (GHINI; BETTIOL, 2000).

Para Ghini e Bettiol (2000), os métodos convencionais, por intermédio da utilização de pesticidas, possuem características muito atrativas, já que existe simplicidade, previsibilidade e necessidade de um mínimo de compreensão acerca dos processos básicos do agroecossistema para sua aplicação. Como exemplo, para se conseguir sucesso com a aplicação de determinado herbicida de amplo espectro é necessário que se conheça como aplicar o produto, exigindo-se pouco conhecimento a respeito da ecologia e da fisiologia de espécies.

A recuperação dos princípios e mecanismos que operam nos sistemas da natureza pode auxiliar a obtenção de sistemas agrícolas mais sustentáveis. Sabe-se que os sistemas de cultivos caracterizados pela mistura de culturas (policulturas ou consórcios) apresentam muitas vantagens na proteção de plantas. A presença de insetos-praga é menor nas policulturas do que nas monoculturas. Diversos mecanismos que reduzem a ocorrência de doenças agem de forma positiva na proteção de plantas das policulturas. Um exemplo a ser citado são as espécies suscetíveis que podem ser cultivadas em menores densidades, uma vez que o espaçamento entre elas será ocupado por plantas resistentes que são de interesse de quem produz. A menor densidade de plantas suscetíveis e a barreira oferecida pelas plantas resistentes trazem dificuldades na disseminação do patógeno⁵⁵, diminuindo a quantidade de inóculo⁵⁶ no campo. Obtém-se efeito semelhante com a utilização de multilinhas que são a mistura de linhagens agronomicamente parecidas, mas que se diferenciam por apresentarem genes diversos de resistência vertical. Esse processo aumenta a diversidade no espaço e, também, no tempo, por meio da rotação de culturas, fazendo com que os processos biológicos auxiliem na proteção das plantas (LIEBMAN, 1989).

Utilização de Feromônios na Agricultura

A partir do momento em que o homem substituiu o extrativismo pelo cultivo de plantas, tendo como objetivo a produção de alimentos para satisfazer as necessidades de uma população cada vez mais crescente, o problema com os insetos acentuou-se. Sabe-se que uma espécie de inseto se torna praga agrícola quando sua população cresce desenfreadamente. Esse crescimento sem limites ocorre, basicamente, tendo em vista quatro componentes: oferta de alimento, alta taxa reprodutiva, hábito alimentar polífago e ausência de inimigos naturais (ZARBIN; RODRIGUES; LIMA, 2009).

Nas florestas, não há insetos-pragas, uma vez que existe muita diversidade vegetal. Com a diversidade, é impossível o crescimento sem limites de espécies de insetos, uma vez que o alimento é disperso e há, sempre, inimigos naturais.

No que diz respeito ao ambiente agrícola ou agroecossistema, a diversidade é diminuída, o monocultivo em enormes espaços auxilia o desaparecimento de

⁵⁵ Causador ou micro-organismo específico que provoca doenças.

⁵⁶ O patógeno ou parte do patógeno capaz de causar infecção. A parte ou porção do patógeno que entra em contato com o hospedeiro.

diversas espécies de insetos, em especial os herbívoros monófagos ou especializados, os quais se alimentam de uma única fonte de alimento vegetal. Dessa maneira, diminuindo a diversidade de insetos herbívoros, também se reduz a diversidade de inimigos naturais e é nessa ocasião que se instala o inseto-praga. De forma geral, o inseto-praga é uma espécie polífaga, que começa a se nutrir da espécie vegetal que está sendo cultivada. Essa espécie de insetos reproduz-se rapidamente e em grande escala e tem a seu favor a quase total ausência de predadores. Nesse contexto, em que existe uma grande oferta de alimento e ausência de fatores que impeçam a proliferação desse tipo de inseto, o crescimento populacional dessa espécie torna-se praticamente sem controle.

Assim sendo, para que não se utilize agrotóxicos desmedidamente, o uso de semioquímicos e, em particular, feromônios sexuais, tem-se destacado.

De acordo com Zarbin, Rodrigues e Lima (2009), os insetos desempenham suas relações ecológicas com o ambiente e outros organismos de diferentes modos, sendo que um dos mais importantes é a comunicação por intermédio de compostos químicos. Esses compostos no indivíduo receptor da mensagem química atuam como gatilhos fisiológicos de reações comportamentais específicas. Em uma nomenclatura mais generalista, essas substâncias são chamadas de semioquímicos. A palavra semioquímico tem origem grega, e *semeíon* quer dizer sinal. Assim sendo, são denominados semioquímicos (sinais químicos) os compostos usados na intermediação entre os seres vivos. Os semioquímicos apresentam duas classificações; a primeira delas está relacionada à espécie do emissor e do receptor do sinal químico; já a segunda, relaciona-se aos resultados advindos dessa comunicação.

Quando os compostos medeiam o que se denomina de comunicação intraespecífica, ou seja, emissor e receptor do sinal químico são da mesma espécie, esse semioquímico é chamado de feromônio. Entretanto, quando esses componentes intermedeiam comportamentos de indivíduos de espécies diferentes, relação denominada interespecífica, essas substâncias são classificadas como aleloquímicos.

Feromônios são substâncias químicas secretadas por um indivíduo e que permitem a sua comunicação com outros indivíduos da mesma espécie. A mensagem química transmitida pelos feromônios possui a finalidade de motivar determinado comportamento. É por intermédio da detecção e emissão desses compostos que os insetos encontram parceiros para o acasalamento, alimento ou presa, escolhem local de ovoposição, defendem-se contra predadores e organizam suas comunidades, no caso de insetos sociais. Os feromônios mais estudados são os sexuais, pois apresentam uso agrícola (FARIA, 2012).

A agricultura utiliza esses feromônios sexuais com a finalidade de deixar as plantações livres de alguns insetos. Essa ação é realizada sintetizando o isômero correto do feromônio em laboratório e utilizando-o em armadilhas como isca para atrair os insetos e dificultar sua proliferação. Esse método tem muitas vantagens econômicas e ecológicas, pois essas substâncias são inofensivas ao ser humano e evitam o uso de inseticidas, preservando o meio ambiente.

A utilização mais usual de feromônio é para controlar a presença e a densidade da praga no cultivo, a fim de que a interferência seja exata e com o menor custo econômico e ambiental possíveis. Para isso, utiliza-se o que se chama coleta em massa. Na coleta em massa, o feromônio é usado como atrativo do inseto para um recipiente de contenção, com o objetivo de eliminar ou reduzir o inseto-praga no cultivo. Nesse processo, são utilizadas grandes quantidades de armadilhas, visando à captura do maior número possível de indivíduos.

Outro procedimento realizado é a confusão sexual. Da mesma forma que a coleta em massa, esse procedimento de uso de feromônio é, também, um método de controle. O conceito de confusão sexual, confundimento ou ainda interrupção de acasalamento, está centrado na interferência ou impedimento de transmissão de sinais entre os parceiros sexuais. Isso ocorre com a liberação de uma quantidade maior de feromônio sintético na área em que se quer o controle, com o intuito de reduzir ou impedir os insetos de localizar seu respectivo parceiro e, assim sendo, reduzir o acasalamento e, conseqüentemente, sua proliferação.

Algumas Considerações

Como se pode observar, existem alternativas para a não utilização de agrotóxicos ou a redução de seu uso. Essas práticas agrícolas estão preocupadas com a saúde dos seres humanos, dos animais e das plantas, por isso devem, cada vez mais, ser difundidas e utilizadas.

Apesar dos progressos vistos nos LDs no que concerne à conscientização em relação aos malefícios da utilização dos agrotóxicos, pouco se vê, nesses materiais didáticos, alternativas para uma agricultura sustentável, mais saudável para os consumidores e menos nociva ao meio ambiente (RIBEIRO *et al.*, 2017). Desta forma, salienta-se a importância de estudos que gerem subsídios teóricos para os professores sobre estas temáticas. Muitos estudos mostram que é gradual a procura por uma aplicação mais racional de agrotóxicos na agricultura brasileira, tendo em vista o aparecimento e o emprego de métodos alternativos que têm mostrado efeitos positivos obtidos por agricultores que aplicam esses métodos. A agricultura brasileira necessita, cada vez mais, por ser o Brasil o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, de tecnologias sustentáveis para uma agricultura produtiva que possa saciar a fome dos seres humanos, mas também diminuir as conseqüências nocivas que os agrotóxicos acarretam ao homem e ao meio ambiente.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio**: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CAMPOS, A. T.; CAMPOS, A. T. Balanços energéticos agropecuários: uma importante ferramenta como indicativo de sustentabilidade de agroecossistemas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1977-1985, Dec. 2004 .

DAROLT, M. R. **As dimensões da sustentabilidade: Um estudo da agricultura orgânica na região metropolitana de Curitiba-PR**. 2000. 310 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná/ParisVII, Curitiba, 2000.

EMBRAPA. **Agência Embrapa de informação tecnológica**. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000foh4r3zj02wyiv8065610du9yk7ux.html#fig6>>. Acesso em: 13 Mai. 2017a.

EMBRAPA. **Agência Embrapa de informação tecnológica**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html>. Acesso em: 13 Mai. 2017b.

FARIA, N. M. X. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: prioridades para uma agenda de pesquisa e ação. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 37, n.125, p. 31-39, Jun. 2012.

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

LIEBMAN, M. Sistemas de policulturas. In: ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA / FASE, 1989. 240p.

MIRANDA A. C. O dilema da Rio +20 [editorial]. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 284, 2012.

MOREIRA, S. V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005. p. 269-279.

NETTO, G. F. Meio ambiente, saúde e desenvolvimento sustentável. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 6, p. 1975-1982, Dez. 2009.

RIGOTTO, Raquel Maria et al. O verde da economia no campo: desafios à pesquisa e às políticas públicas para a promoção da saúde no avanço da modernização agrícola. **Ciências e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1533-1542, Jun. 2012.

RIBEIRO, D. C. A. et al. Educação Ambiental e Agrotóxicos: Definição, Legislação, Impactos Ambientais e Monitoramento. In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 36., 2016, Pelotas. **Anais... PELOTAS: IFSul-Riograndense, UFPel, 2016. p. 509-517. Disponível em: <<http://36edeq.edeq.com.br/anais.html>>. Acesso em: 11 Jun. 2017.**

RIBEIRO, D. C. A. et al. (submetido). Agrotóxicos: uma análise reflexiva dessa temática nos livros didáticos de química indicados pelo programa nacional do livro didático (PNLD) 2015. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. (2017)

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C.; LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 722-731, 2009.

APÊNDICE L - Trabalho apresentado no XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas na Educação de Jovens e Adultos

The Environmental Thematic Pesticides: The Problem Solving Methodology in Youth and Adults Education

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS
professordanielufrgs@hotmail.com

Cláudio Aramy Marcinkowski

Escola Estadual de Ensino Médio Agrônomo Pedro Pereira
cmarcinkowski@terra.com.br

Camila Greff Passos

PPG em Química, UFRGS
camilagpassos@gmail.com

Tania Denise Miskinis Salgado

PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, UFRGS
tania.salgado@ufrgs.br

Resumo

Este trabalho, de natureza qualitativa, consiste na análise de uma experiência de utilização da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino Médio na modalidade da Educação de Jovens e Adultos (EJA). O estudo foi desenvolvido com 24 alunos de uma escola pública estadual de Ensino Médio da cidade de Porto Alegre/RS. Três problemas que abordavam diferentes aspectos da temática ambiental relacionada a agrotóxicos foram elaborados, os quais foram resolvidos pelos alunos em seis grupos, em uma sequência didática que compreendeu seis momentos. Para a coleta de dados, foram utilizados o Diário de Campo dos pesquisadores e a gravação do áudio da aula em que os estudantes vivenciaram a Resolução de Problemas. Os resultados apontam que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais quanto à Resolução de Problemas e aos conhecimentos científicos trabalhados, indo ao encontro dos propósitos da EJA.

Palavras chave: resolução de problemas, educação de jovens e adultos, educação ambiental, agrotóxicos

Abstract

This work, of a qualitative nature, consists on analyzing an experience of using the Problem Solving methodology in High School in the modality of Youth and Adults Education (EJA). The study was developed with 24 students from a state public High School in the city of Porto Alegre/RS. Three problems addressing different aspects of the environmental theme related to pesticides were elaborated, which were solved by the students in six groups, in a didactic sequence that comprised six moments. For the data collection, we used the Field Diary of the researchers and the audio recording of the class in which the students experienced problem-solving. The results indicate that the didactic sequence implemented favored conceptual, procedural and attitudinal learning regarding problem solving and scientific knowledge worked during the class, meeting the purposes of EJA.

Key words: problem solving, youth and adults education, environmental education, pesticides

Referencial teórico

Muito se fala, no Brasil, acerca da inclusão social por intermédio da educação, considerada uma importante ferramenta que viabiliza o crescimento pessoal e profissional. Assim, o conhecimento torna-se primordial na sociedade moderna, na qual as mudanças no âmbito do trabalho e a utilização de novas tecnologias que se aperfeiçoam constantemente exigem um profissional qualificado para assumir os diferentes postos de trabalho. A Educação de Jovens e Adultos (EJA) é uma modalidade de ensino prevista na LDB 9.394/96 como “destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria” (BRASIL, 1996, p.15). Dessa maneira, a EJA aparece como uma motivação aos jovens e adultos, propiciando que eles retornem à sala de aula. Um dos propósitos da EJA é disponibilizar aprendizagem e qualificação constantes, com o intuito de ensinar desenvolvimento e emancipação dos educandos, constituindo-se como modalidade que extrapola a transmissão de conteúdos, enfocando o desenvolvimento de capacidades cognitivas.

Tendo em vista as características dos alunos da EJA, diferentes daqueles que tiveram a chance de estudar na “idade apropriada”, percebe-se que a seleção de conteúdos, materiais didáticos e metodologias de ensino e de avaliação devem ter um olhar diferenciado por parte dos docentes, que devem trabalhar de maneira a motivar no aluno o gosto pelo aprender, numa proposta dinâmica que leve esse aluno a refletir, a interagir para se apropriar do conhecimento. Nesse processo o professor desempenha um papel primordial, o de agir como mediador do processo de construção do conhecimento, empregando um “método que seja ativo, dialógico, crítico e criticista” (FREIRE, 1979, p. 39), permitindo uma interação maior entre docente e discente e beneficiando o processo de ensino e aprendizagem.

Acreditamos que um dos métodos de ensino capaz de melhorar o aprendizado dos alunos é a Metodologia de Resolução de Problemas (MRP). Goi e Santos (2009) explicam que nessa proposta didática os estudantes são estimulados a explorar as ideias e propor tarefas que encorajam a discussão e o debate sobre como as coisas funcionam, desenvolvendo soluções para diferentes aspectos de um problema contextual, muitas vezes se diferenciando dos modelos tradicionais, uma vez que os problemas sugeridos abordam assuntos amplos, com questões abertas e sugestivas, possibilitando ao estudante a construção do seu conhecimento através de suas próprias habilidades. Esse método estimula os alunos para as pesquisas por investigação com ênfase no engajamento social, possibilitado pelo trabalho em grupo e, ainda, permite o debate através da comunicação e da argumentação (GOI; SANTOS, 2009).

Gil Pérez e outros investigadores da Universidade de Valência são pioneiros na utilização da resolução de problemas (RP) para o ensino de Ciências, na Educação Básica (GIL-PÉREZ, 1994, VILCHES; GIL-PÉREZ, 2007). Nessa perspectiva de aprendizagem, um problema é entendido como uma situação que apresenta certo nível de dificuldade e para o qual não se tem, de imediato, uma solução. Dessa forma, para resolver um problema requer-se a utilização de determinados procedimentos que envolvem processos intelectuais e operatórios semelhantes aos processos seguidos em uma investigação científica.

De acordo com Laudan (1977), os problemas são o ponto central do pensamento científico e as teorias o seu resultado final. Laudan (1977) concebe a Ciência como uma atividade de RP, que gera um progresso cognitivo e que se relaciona às aspirações intelectuais da Ciência. O autor ressalta que as teorias são cognitivamente relevantes quando proporcionam resoluções adequadas aos problemas, por isso a função da teoria é resolver ambiguidades e encontrar resoluções adequadas para as situações problemáticas.

Salienta-se que as características dos problemas conceituais e empíricos discutidos por Larry Laudan, acrescidos dos pressupostos pedagógicos defendidos por John Dewey e dos psicológicos de Jerome Bruner, podem orientar o trabalho metodológico do tratamento de situações problemas nas salas de aulas. Enfim, entende-se que com a utilização da perspectiva da aprendizagem por RP favorece-se o desenvolvimento das atitudes inerentes à atividade científica, como questionar-se, elaborar e resolver problemas e relacionar o conhecimento científico com os fenômenos vivenciados no dia a dia.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio orientam que os conhecimentos de Educação Ambiental sejam contemplados nos componentes curriculares das três grandes áreas, visto que a complexidade das questões ambientais ultrapassa as barreiras das disciplinas. Nas orientações para a Química, a ênfase da temática de interesse deste trabalho (agrotóxicos) é integrada à discussão sobre as propriedades da matéria e as interações do homem com a atmosfera (BRASIL, 1999). Os PCN+ sugerem, quanto aos agrotóxicos, que o trabalho esteja associado à competência: representação e comunicação, como a leitura e interpretação de textos científicos, de jornais e de outros meios de comunicação sobre a utilização de agrotóxicos e outros tipos de poluentes (BRASIL, 2002). De forma convergente, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio orientam o trabalho articulado dos conteúdos químicos aos aspectos sociocientíficos oriundos de questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas. Quanto ao estudo dos agrotóxicos, o documento sugere a discussão sobre sua utilização e ação como poluente (BRASIL, 2006).

Nesse âmbito, na escola, o professor desempenha papel fundamental no processo de desenvolvimento de consciência sobre a importância da sustentabilidade ambiental e socioambiental, articulado ao estudo dos conteúdos escolares, devendo desenvolver ações com esses propósitos. Assim, esse processo deve despertar nos indivíduos o cuidado, individual e coletivo, com a prática de atividades que possam causar impacto ambiental, tais como: a poluição do ar, dos rios, a degradação do solo, a pesca predatória, o desmatamento, a produção de energia com o uso de combustíveis poluentes, o destino do lixo, o consumo de alimentos com agrotóxicos etc. No que diz respeito ao meio ambiente e à nossa saúde, sabe-se que os agrotóxicos têm sido utilizados há bastante tempo por agricultores no combate a pragas que afetam a produção de alimentos. Entretanto, seus efeitos não se restringem às pragas, podendo causar sérios danos ao ambiente e à saúde humana (MIRANDA et al., 2007).

Percebe-se, portanto, que o ensino e aprendizagem envolvendo práticas interdisciplinares e contextualizadas são de grande valia na busca por uma educação que leve à formação de cidadãos participativos, criativos, capazes de transformarem o mundo em que vivem e a realidade na qual estão inseridos. Pensando dessa maneira é que realizamos um trabalho

interdisciplinar entre Química e Língua Portuguesa, com uma turma de EJA, tendo como metodologia a RP, contextualizando nosso trabalho com a temática ambiental agrotóxicos. Nesse sentido, o objetivo desta investigação é analisar as formas de contribuição da sequência didática implementada para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os impactos ambientais que os agrotóxicos podem causar, conscientizando os alunos a respeito dessa problemática ambiental.

Proposta metodológica e pedagógica

Diante das possibilidades de pesquisas na perspectiva qualitativa, optou-se pelo método de Estudo de Caso, o qual possibilita uma investigação empírica de um contexto único e bem delimitado, que engloba planejamento, técnicas de coleta de dados variadas e suas análises (BODGAN; BIKLEN, 1994). Neste trabalho, apresenta-se a análise de uma experiência de utilização da MRP no Ensino Médio, modalidade EJA, contextualizando o tema agrotóxicos, sua definição, utilização e diferentes alternativas para essas substâncias químicas. O estudo foi desenvolvido com 24 alunos da EJA, no turno noturno de uma escola pública estadual de Ensino Médio da cidade de Porto Alegre/RS, sendo os pesquisadores professores dos sujeitos deste trabalho.

Os dados foram coletados através de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998) dos pesquisadores, das produções escritas produzidas pelos educandos e da gravação do áudio da aula. Todos os participantes assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. A atividade na qual os estudantes vivenciaram a MRP foi realizada na sala de vídeo da escola, em um único encontro de cinco períodos contínuos, para evitar a entrada e saída de alunos de modo que todos participaram de todas as etapas do estudo. Utilizou-se uma sequência didática adaptada de Goi e Santos (2009), que compreendeu seis momentos:

I. Introdução dos alunos ao tema, através de um vídeo de motivação (“O Veneno está na mesa 1” disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=fnyZwI7022I>) e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos; II. Organização das equipes de trabalho, em seis grupos de quatro pessoas, seguida da leitura e análise dos problemas, que serão apresentados no decorrer do trabalho; III. Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta, que incluíram o livro didático das Ciências da Natureza e Matemática da EJA (SCRIVANO, et al., 2013) e os três volumes do livro didático de Química (SANTOS e MÓL, 2013), adotados pela escola pelo Programa Nacional do Livro Didático. IV. Elaboração das apresentações com as resoluções; V. Plenária de apresentação das resoluções; VI. Debate coletivo, no qual os professores formadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

Os problemas e suas resoluções

Os três problemas elaborados pelos pesquisadores são sobre a temática ambiental agrotóxicos. De acordo com Pozo e Crespo (1998), os problemas propostos são classificados como escolares, os quais têm por objetivo desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes cabíveis à Ciência que possibilitam a compreensão dos acontecimentos cotidianos; semiabertos, pois os enunciados apresentam parcialmente os subsídios necessários para a sua resolução; qualitativos, pois os estudantes podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem a necessidade de cálculos ou raciocínio matemático; e teórico-práticos, porque aceitam estratégias experimentais e

raciocínios teóricos para resolvê-los. Destaca-se que os problemas semiabertos e qualitativos possibilitam que os próprios estudantes incorporem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver a tarefa.

Problema 1: *“Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. A Química entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema, os chamados agrotóxicos. Você é professor de Química de uma zona rural de Porto Alegre e descobriu que alguns dos seus alunos são agricultores e não utilizam roupas de proteção apropriadas na aplicação de agrotóxicos nas lavouras. Você dará aula para esses estudantes e outros que também precisam saber sobre os cuidados que devem ter com os agrotóxicos. Faça uma pesquisa a respeito da definição de agrotóxicos e a finalidade para a qual são utilizados na agricultura. Dê exemplo de um defensivo agrícola, seu nome, estrutura química e os problemas de saúde e danos ao organismo humano que esse agrotóxico e outros podem causar. O que os agricultores podem fazer para amenizar os riscos à saúde no momento da aplicação de agrotóxicos?”* O problema iniciava relacionando agrotóxicos com ensino de Química e pretendia que os alunos, na sua resolução, percebessem que essas substâncias químicas podem causar graves problemas à saúde humana e que o uso de roupas apropriadas (máscaras, botas, luvas etc) na aplicação de agrotóxicos infelizmente ainda não é rotina para a maioria dos agricultores brasileiros.

Problema 2: *“Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica. Devido a doenças e ervas daninhas, os agricultores utilizam agrotóxicos para controlar essas pragas. Agrotóxicos são produtos utilizados na agricultura para controlar insetos, doenças, ou plantas daninhas que causam danos às plantações. Os agrotóxicos também podem ser chamados de defensivos agrícolas ou agroquímicos, mas apesar dos diferentes nomes, todos possuem o mesmo significado. Você foi contratado para analisar e resolver o problema da pulverização de agrotóxico em um arrozal. O agrotóxico que cai do avião agrícola pulveriza as lavouras de arroz e protege as plantações e o futuro dos grãos. Nas imediações, há moradores, animais e um rio corta a plantação. Quais seriam as consequências de realizar uma aplicação aérea de agrotóxicos sem um estudo prévio das condições meteorológicas e do entorno dessa pulverização? Pesquise sobre as alternativas para o cultivo de agricultura sem a utilização de agrotóxicos ou, pelo menos, para redução de seu uso. Discuta, também, quais as vantagens e desvantagens de cada uma dessas alternativas e decida quais delas você considera mais eficientes para diminuir o uso de agrotóxicos.”* Esse problema estava relacionado com as metodologias de aplicação de agrotóxicos nas lavouras e com as alternativas para sua substituição. Esperava-se que os alunos compreendessem que o estudo das condições meteorológicas é fundamental na aplicação de agrotóxicos, por requerer voos de baixa altura, que têm grande risco de queda de avião em condições de chuva e vento fortes, e porque conforme o sentido do vento, pode atingir áreas vizinhas, contaminando o meio ambiente. Pretendia-se ainda que os alunos percebessem que existem inúmeras possibilidades para substituir agrotóxicos e que todas as alternativas têm vantagens e desvantagens.

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

de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os agrotóxicos.” Esse problema relacionava-se aos efeitos ambientais que a exploração agrícola pode causar. Solicitou-se que os alunos pesquisassem sobre a agricultura orgânica, para que entendessem que a produção convencional pode comprometer a saúde e o ambiente, mesmo com o aumento da produtividade agrícola. Já a agricultura orgânica exige mais tempo e trabalho para a produção, além de apresentar menor rendimento no tamanho e na quantidade dos produtos, levando a custos mais altos que os da agricultura convencional. Entretanto, agricultura orgânica busca melhorar a qualidade dos alimentos sem contaminar produtores e consumidores, respeitando e preservando o ambiente. Além disso, o problema visava mostrar aos educandos que diversas alternativas para o controle de insetos na lavoura têm sido desenvolvidas, como: uso de predadores naturais (controle biológico); esterilização por radiação nuclear; rodízio de culturas; desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética e controle químico com o uso de feromônios.

No momento I, de aproximação dos alunos ao tema a partir do vídeo sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, os estudantes mostraram-se bastante interessados e atentos às informações trazidas pelo filme e realizaram diversas perguntas aos pesquisadores, mostrando-se desconhecedores da maioria dos dados apresentados. Um dos docentes fez comentários sobre o vídeo e esclareceu dúvidas, perguntando a opinião da turma a respeito do filme. De acordo com registros do Diário de Campo, todos os alunos responderam que acharam bastante interessante. Um aluno disse que há muita política por trás desse assunto; outro assegurou que o governo incentiva o uso de agrotóxicos e quer dinheiro. Esse questionamento possibilitou que os professores falassem sobre o incentivo que o governo dá para a agricultura produzida com agrotóxicos, o que não acontece com a agricultura orgânica. O assunto gerou discussão, permitindo aos pesquisadores acrescentar mais informações relacionadas ao tema. A seguir, solicitou-se que os alunos se reunissem em 6 grupos de 4 componentes, contemplando o momento II da pesquisa. Eram três problemas, portanto dois grupos resolviam um mesmo problema. Solicitou-se que lessem com atenção a folha recebida, explicando-a e informando que deveriam elaborar hipóteses de resolução para os problemas. Os grupos não apresentaram dificuldades quanto à compreensão dos enunciados e buscaram as informações nos materiais indicados pelos pesquisadores.

No momento III, surgiram diálogos, arguições entre os estudantes e os professores, durante os quais os docentes questionavam sobre suas hipóteses e afirmações. De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2006), os professores assumem o papel de orientadores e mediadores nas atividades de investigação dirigida. Nesse sentido, podem argumentar sobre o problema em questão, estabelecendo relações para que os alunos possam compreendê-lo, auxiliar no acesso a outras fontes de conhecimento e discutir os dados obtidos interligando-os com as hipóteses levantadas. Ao lerem as atividades propostas, os alunos tiveram dúvidas, como acerca do termo arrozal, e após a explicação do termo, houve o questionamento de como o arroz é plantado. Os pesquisadores explicaram as dúvidas com novas perguntas para os educandos, tentando guiá-los para um melhor entendimento dos problemas e da temática em questão.

No desenvolvimento do momento IV, à proporção que os alunos trabalhavam, os pesquisadores circulavam entre os grupos para auxiliá-los em possíveis dúvidas e perceberam uma boa interação dos alunos nos grupos, que se mostravam ativos e organizados. Talvez isso se tenha dado pelo fato de se tratar de alunos adultos e de uma temática que despertou o interesse de todos. Nessa etapa, foram elaboradas as resoluções dos problemas pelos grupos.

Momento V: Terminado o tempo dado para a resolução dos problemas, começaram as apresentações. Os grupos 1 e 2, que trabalharam com o problema 1, não tiveram grandes dificuldades em resolvê-lo e propuseram resoluções próximas das esperadas. Entre outras informações, o grupo 1 afirmou que o organismo humano pode ser muito prejudicado por

diferentes tipos de agrotóxicos, podendo causar reações alérgicas, queda de resistência imunológica, lesões no fígado e nos rins, esterilidade masculina, entre outros. Já o grupo 2 citou como exemplo o DDT, explicando que ele tem a capacidade de se acumular no tecido gorduroso dos animais e, em longo prazo, causar graves problemas de saúde como, por exemplo, alterações no sistema nervoso.

Coube aos grupos 3 e 4 solucionar o problema 2. Antes de começarem a apresentação, uma aluna solicitou a palavra para dar um depoimento, dizendo que não sabia o quão grave era a utilização dos agrotóxicos de forma indiscriminada e o quão mal pode fazer à saúde das pessoas o consumo dessas substâncias. Os dois grupos explicaram que grandes quantidades de agrotóxicos são pulverizadas nas plantações e isso requer rigoroso estudo da velocidade do avião, do sentido do vento e da dosagem do agrotóxico. Caso contrário, pode intoxicar o piloto, os agricultores, contaminar o solo e as regiões vizinhas. Ambos os grupos conseguiram perceber que há possibilidades para se substituir os agrotóxicos, entretanto, tiveram dificuldade em perceber que cada uma das alternativas possui vantagens e desvantagens.

O problema 3 foi solucionado pelos grupos 5 e 6. Relataram com clareza os princípios da agricultura orgânica, vantagens, desvantagens e discutiram sobre a preservação do meio ambiente. Não obstante, na apresentação do grupo 6, um aluno alegou que gostaria de ter conhecimentos mais aprofundados para resolverem o problema. Comentaram que se cada um evitasse comprar produtos com agrotóxicos, talvez a utilização desses produtos diminuísse. Outro aluno relatou que apenas com esse trabalho é que ficou sabendo que o uso de agrotóxicos poderia afetar tanto assim o meio ambiente e a saúde das pessoas, atingindo inclusive fetos. Mas nenhum dos dois grupos conseguiu pesquisar sobre o controle natural de pragas com aplicação de conhecimentos químicos e como alternativa para os agrotóxicos.

No momento VI, os pesquisadores conduziram o debate sobre as resoluções apresentadas, as dificuldades enfrentadas e os conceitos fundamentais abordados. Perguntou-se à turma se o uso de agrotóxicos era algo bom ou ruim. Os alunos, em uníssono, responderam que era ruim. Continuou-se a explicar as consequências da utilização de agrotóxicos, fazendo-se um apanhado das apresentações feitas pelos educandos, identificando as dificuldades e o que os alunos não conseguiram resolver nos problemas. Houve muitos comentários dos alunos a respeito da gravidade do uso de agrotóxicos nos alimentos e os danos causados à saúde humana e ao meio ambiente. Percebemos também um grande interesse dos educandos a respeito de como fazer para tirar ou diminuir o agrotóxico dos alimentos comprados. Os docentes explicaram, fornecendo algumas dicas como: Retirar as folhas externas das verduras, pois geralmente concentram mais agrotóxicos; descascar as frutas, uma vez que muitos resíduos dos agrotóxicos concentram-se nas cascas e lavar as frutas, verduras e legumes em solução de água (1 litro) e vinagre (4 colheres) por 20 minutos.

Entendemos que a sequência dos problemas propostos favoreceu a discussão de forma gradativa dos conceitos. Assim sendo, acreditamos que a metodologia aplicada neste trabalho possibilitou o estudo de uma temática relacionada às Ciências da Natureza de uma forma motivadora, dinâmica e reflexiva, de acordo, portanto, com os pressupostos da EJA.

Considerações finais

Percebemos, tanto pelas observações dos pesquisadores como pela fala dos alunos, que a MRP contribuiu para um melhor entendimento sobre a temática ambiental agrotóxicos e também para sua formação como cidadãos. Constatamos um interesse muito grande por parte do grupo de alunos em relação ao que estava sendo apresentado pelos pesquisadores, pois propuseram diversos questionamentos. O mesmo ocorreu durante a resolução dos problemas, pois os

pesquisadores observaram todos os grupos trabalhando, trocando ideias entre si, analisando referenciais teóricos para fundamentar suas resoluções, cada elemento do grupo dando a sua contribuição, relatando fatos de sua própria vivência. Os problemas envolveram os estudantes, pois faziam parte da sua realidade e, ao tentarem resolvê-los, estavam buscando uma solução para o bem da comunidade.

Assim sendo, acreditamos que a MRP seja adequada para que os estudantes aprendam a aprender, pois é uma metodologia centrada no aprendiz, incitando-o a participar ativamente na construção de seu próprio conhecimento. Os resultados apontam que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais, relacionadas aos conhecimentos científicos trabalhados, e procedimentais, como a análise de referenciais bibliográficos, a confecção de relatórios e a defesa de ideias nas apresentações orais. Também observou-se que os alunos da EJA desenvolveram conhecimentos atitudinais, pois adquiriram consciência sobre os problemas ambientais que os agrotóxicos podem causar, relacionando esse assunto com aspectos éticos sociais, políticos, econômicos, que fazem parte da realidade na qual eles estão inseridos e, ao mesmo tempo, foi possível tornar o estudo sobre agrotóxicos relevante e motivador. Dessa forma, pode-se dizer que a metodologia apresentou convergência com os propósitos da EJA.

Agradecimentos e apoios

Capes.

Referências

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

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei Federal nº 9.394. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 20 de dezembro de 1996.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**. Volume 2. Brasília: MEC/SEB, 2006.

CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006. 120p

FREIRE, Paulo. **Educação e Mudança**. São Paulo: Paz e Terra, 1979.

GIL-PÉREZ, D. Diez Años de Investigación en Didáctica de las Ciencias: realizaciones y perspectivas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 154-164, 1994.

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

LAUDAN, L. **Progress and its problems**. Towards a theory of scientific growth. London: Routledge & Kegan Paul, 1977. 257p.

MIRANDA, A. C.; MOREIRA, J. C.; CARVALHO, R.; PERES, F. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, Manguinhos/RJ, v. 12, n. 1, p. 7-14, jan./mar. 2007.

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

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. A solução de problemas em ciências da natureza. In: POZO, J. I. **A solução de problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 67-102.

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

SCRIVANO, C. N. et al. **Ciências, transformação e cotidiano**: Ciências da natureza e matemática ensino médio: Educação de Jovens e Adultos. 1 ed. São Paulo: Global. 2013.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D. La necesaria renovación de la formación del profesorado para una educación científica de calidad, **Tecné, Episteme y Didaxis**, v. 22, n. ext, p. 67-85, 2007.

APÊNDICE M - Trabalho apresentado no V SIPEQ – Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos

CONFORME O DISPOSTO NA FICHA DE INSCRIÇÃO, EXPLÍCITE:

- a) Ensino de Ciências: Biológicas, Exatas, Sociais, Humanas.
- b) Estudo de Caso.
- c) Trabalho a ser apresentado de acordo com:
 - Área: Exatas.
 - Tema/modalidade de pesquisa: Estudo de Caso.

A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: ABORDANDO A TEMÁTICA AGROTÓXICOS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro⁽¹⁾, Cláudio Aramy Marcinkowski⁽²⁾, Camila Greff Passos⁽³⁾, Tania Denise Miskinis Salgado⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (professordanielufrgs@hotmail.com).

⁽²⁾ Escola Estadual de Ensino Fundamental Piauí (cmarcinkowski@terra.com.br).

⁽³⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (camilagpassos@gmail.com).

⁽⁴⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (tania.salgado@ufrgs.br).

Resumo

Este trabalho, de natureza qualitativa, consiste no relato de uma experiência de utilização da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino Fundamental. O estudo foi desenvolvido com 21 alunos do 9º ano de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Três problemas que abordavam diferentes aspectos da temática ambiental relacionada a Agrotóxicos foram elaborados, os quais foram resolvidos pelos alunos em três grupos, em uma sequência didática que compreendeu seis etapas. Esse tema foi escolhido, pois o Brasil é o maior consumidor de Agrotóxicos do mundo e esse tópico está presente em alguns livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. Para a coleta de dados, foram utilizados o Diário de Campo dos pesquisadores e produções escritas dos estudantes. Os resultados apontaram que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais quanto à Resolução de Problemas e aos conhecimentos científicos trabalhados.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Ensino Fundamental. Educação Ambiental. Agrotóxicos.

Abstract

This work, of a qualitative nature, consists on an experience report of using the Problem Solving methodology in Middle School. The study was developed with 21 9th grade students from a public school in the city of Porto Alegre/RS. Three problems addressing different aspects of the environmental theme related to pesticides were elaborated, which were solved by the students in three groups, in a didactic sequence that comprised six moments. This theme was chosen, since Brazil is the largest consumer of Pesticides in the world and this topic is present in some Science Elementary School textbooks. For the data collection, we used the Field Diary of the researchers and students' written productions. The results indicate that the didactic sequence implemented favored conceptual, procedural and attitudinal learning regarding problem solving and scientific knowledge worked during the class.

Keywords: Problem Solving. Middle School. Environmental Education. Pesticides.

1 INTRODUÇÃO

A educação é um processo contínuo que oportuniza aos cidadãos atingirem a integralidade de suas competências. O ato de ensinar apoia-se no princípio básico da formação integral do

indivíduo e possui como uma de suas metas aprimorar o espírito reflexivo do educando, tornando-o crítico acerca da realidade que o cerca. Dessa maneira, o papel do professor no processo de ensino e aprendizagem é o de mediar e gerenciar o conhecimento e não apenas transmitir informações. Os conteúdos a serem abordados em sala de aula devem ser contextualizados, tendo em mente a experiência de vida do estudante e seu conhecimento de mundo. Libâneo (1998) assegura que o educador medeia a relação ativa do educando com o conteúdo ministrado, contudo considera o conhecimento, a experiência e o significado que o aprendiz traz consigo para a sala de aula, seu potencial cognitivo, sua capacidade e interesse, seu modo de pensar, sua maneira de trabalhar. Dessa forma, o conhecimento de mundo ou o conhecimento prévio do estudante deve ser respeitado e alastrado.

Segundo Jonas (2006), o papel da educação é o de formar a consciência acerca da realidade, demonstrando os perigos que podem ocorrer se a sociedade continuar trilhando os mesmos caminhos percorridos até hoje, assim deve ser traçada uma verdadeira ação pedagógica para o nosso tempo quando se trata de Educação Ambiental (EA). “O diagnóstico crítico das questões ambientais e a autocompreensão do lugar ocupado pelo sujeito nessas relações são o ponto de partida para o exercício de uma cidadania ambiental.” (CARVALHO, 2004, p. 1).

Falando sobre o ensino de Ciências, na maioria das vezes, os alunos possuem dificuldades em relacionar a teoria desenvolvida em sala com a realidade a sua volta, não reconhecem o conhecimento científico em situações do seu cotidiano. Aliado a essas questões, tem-se o grande desafio de tornar o ensino de Ciências prazeroso, instigante, mais interativo, dialógico e baseado em atividades capazes de persuadir os alunos a admitirem as explicações científicas para além dos discursos autoritários, prescritivos e descontextualizados.

Percebemos que o ensino de Ciências necessita de um pluralismo metodológico que considere a diversidade de recursos pedagógico-tecnológicos disponíveis e a amplitude de conhecimentos científicos a serem abordados no espaço escolar. Pensando dessa maneira, metodologias diferenciadas em que os estudantes participam ativamente das atividades de ensino se fazem necessárias, principalmente aquelas cujo docente deixa de ser apenas transmissor e o aluno receptor das informações, possibilitando que o educando se aproprie do que foi ensinado, tendo o professor como mediador do processo.

Acreditamos que um dos métodos de ensino capaz de melhorar o aprendizado dos alunos é a metodologia de Resolução de Problemas (RP). Esse método de ensino possibilita que cada aluno exponha as suas ideias de maneira participativa e dialogada, tornando-se o protagonista no processo de ensino e aprendizagem, juntamente com o professor, mediador desse processo. Assim pode-se tornar o ambiente escolar um ambiente favorável à apropriação dos conceitos e

levar o estudante a construir seu próprio conhecimento. Além disso, a metodologia de RP estimula os alunos para as pesquisas por investigação com ênfase no engajamento social, possibilitado pelo trabalho em grupo e, ainda, permite o debate através da comunicação e da argumentação (GOI; SANTOS, 2009).

De acordo com Echeverría e Pozo (1998), uma circunstância apenas “pode ser concebida como um problema na medida em que exista um reconhecimento dela como tal, e na medida em que não disponhamos de procedimentos automáticos que nos permitam solucioná-los de forma mais ou menos imediata.” Além disso, “um problema é, de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização estratégica de técnicas já conhecidas” (p.16).

Pozo (1998) entende que dentre as atividades mais importantes do docente em sala de aula está a de ser mediador entre o conhecimento e o educando, o que não acontece se o educador assume apenas o papel de transmissor de conhecimento. Com a finalidade de auxiliar o educando a desenvolver habilidades, muitos professores estão buscando na RP uma alternativa metodológica para aperfeiçoar a aprendizagem, pois é um dos modos de fazer o educando propor e planejar soluções, tendo o professor como um facilitador do processo.

Para Galiazzi et al. (2010), a construção curricular no ensino de Ciências deve incluir uma base de conteúdos que articule questões relativas aos aspectos científicos, tecnológicos, sociais, econômicos e políticos na perspectiva de uma formação voltada para a cidadania planetária⁵⁷. Essa organização curricular está em estreita conexão com os princípios da EA, principalmente quando relacionada com a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade. Nesse sentido, entendemos que um tema ambiental abordado nas aulas de Ciências deve focar não apenas os problemas ligados aos aspectos ambientais, mas também às questões socioeconômicas.

Educar ambientalmente um aluno é possibilitar que ele perceba que a natureza não é uma fonte inesgotável de recursos, os quais devem ser usados de maneira racional, evitando o desperdício e considerando novas formas de reaproveitamento como processo vital. Nesse contexto, a escola tem como obrigação oferecer meios efetivos para que cada aluno compreenda os fenômenos naturais, as ações humanas e suas consequências, proporcionando que cada estudante desenvolva uma postura crítica e um comportamento social construtivo.

⁵⁷ Educar para a cidadania planetária implica uma reorientação da visão de mundo da educação como espaço de inserção do indivíduo não numa comunidade local, mas numa comunidade que é local e global ao mesmo tempo.

A exploração do tema Agrotóxicos nas aulas de Ciências pode favorecer a compreensão dos educandos com relação aos benefícios e malefícios do uso excessivo de determinadas técnicas de cultivo e no desenvolvimento tecnológico que observamos atualmente. A ciência e a tecnologia têm dado passos significativos na elaboração de novas alternativas nos diversos campos econômicos e sociais. Entretanto, mesmo com novas possibilidades de cultivo sem e/ou com menores quantidades de Agrotóxicos na agricultura, ainda temos grandes problemas ambientais pelo uso indiscriminado dessas substâncias químicas (SANTOS, 2007). Nesse sentido, através desse assunto o discente teria a oportunidade de adquirir uma visão mais crítica perante os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem acarretar.

Pensando nessa problemática ambiental e em uma metodologia capaz de melhorar o processo de ensino e aprendizagem, realizamos um trabalho interdisciplinar entre Ciências e Língua Portuguesa, tendo como metodologia a RP, contextualizando nosso trabalho com a temática ambiental Agrotóxicos. O objetivo desta pesquisa é avaliar as formas de contribuição da sequência didática implementada para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais em alunos de ensino fundamental, relacionados com os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar.

2 METODOLOGIA DE PESQUISA E PEDAGÓGICA

Diante das possibilidades de pesquisas na perspectiva qualitativa, optamos pelo método de Estudo de Caso, o qual possibilita uma investigação empírica de um contexto único e bem delimitado, que engloba planejamento, técnicas de coleta de dados variadas e suas análises (BODGAN; BIKLEN, 1994). Neste trabalho, apresentamos o relato de uma experiência de utilização da metodologia de RP no Ensino Fundamental, contextualizando o tema Agrotóxicos, sua definição, utilização, os problemas ambientais que eles podem causar e diferentes alternativas para essas substâncias químicas. O estudo foi desenvolvido com 21 alunos do 9º ano do turno diurno de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Os dados foram coletados através de registros no Diário de Campo (PORLÁN; MARTÍN, 1998) dos pesquisadores e das produções escritas dos estudantes. Todos os participantes ou responsáveis assinaram termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A atividade na qual os estudantes vivenciaram a metodologia de RP foi realizada na sala de vídeo e na sala de informática da escola, em um único encontro de cinco períodos contínuos, para evitar a entrada e saída de alunos, de modo que todos participaram de todas as etapas do estudo. Utilizamos uma sequência didática adaptada de Goi e Santos (2009), que compreendeu seis etapas:

I. Introdução dos alunos ao tema, através de um vídeo de motivação (“O Veneno está na mesa 1” disponível em <<https://www.bing.com/videos/search?q=o+veneno+esta+na+mesa+2&qvpt=o+veneno+esta+na+mesa+2&view=detail&mid=06C47CF1DBBD73593D3806C47CF1DBBD73593D38&FORM=VRDGAR>>) e da explanação feita pelos pesquisadores sobre os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar, propiciando a discussão com os estudantes sobre os conteúdos e contextos presentes nos problemas a serem resolvidos; II. Organização das equipes de trabalho, em três grupos de sete pessoas, seguida da leitura e análise dos problemas, que serão apresentados no decorrer da discussão do presente trabalho; III. Discussão dentro dos grupos para elaboração das hipóteses de trabalho e leitura dos materiais disponíveis para consulta, que incluíram os livros didáticos das Ciências da Natureza do ensino fundamental dos 6º e 7º anos indicados pelo Programa Nacional do Livro Didático – 2017 (GEWANDSZNAJDER, 2015a e GEWANDSZNAJDER, 2015b) e o livro do 1º ano do ensino médio de Química indicado pelo Programa Nacional do Livro Didático – 2015 (SANTOS; MÓL, 2013). IV. Elaboração das apresentações com as resoluções; V. Plenária de apresentação das resoluções; VI. Debate coletivo, no qual os professores formadores realizaram um levantamento sobre as principais modelações de resolução e ressaltaram os conceitos fundamentais discutidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três problemas elaborados pelos pesquisadores abordam a temática ambiental Agrotóxicos, como se pode ver a seguir:

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

Através de seu uso, muitas perdas são evitadas, reduzindo grandemente as causadas por insetos, plantas daninhas e fungos. Entretanto, pretendia que os alunos, na sua resolução, percebessem que essas substâncias químicas podem causar graves problemas à saúde humana, e que para amenizar esse problema, recomendam-se: treinamento dos usuários desses produtos, utilização de equipamentos e vestuário adequados (máscaras, botas, luvas etc.), escolha criteriosa dos insumos, administração em dosagens corretas, cuidados com o armazenamento e descarte das embalagens e, principalmente, práticas de agricultura orgânica.

Problema 2: *“Grande parte dos municípios brasileiros tem a agricultura como principal atividade econômica, não somente aqueles que utilizam grandes extensões de terra para a monocultura (cultivo de um único tipo de vegetal), mas também os que têm sua atividade baseada na agricultura familiar, que geralmente utiliza menores extensões de terra para a policultura (cultivo de vários tipos de vegetais em uma mesma área). Por intermédio de uma investigação, explique por que a policultura utiliza menos Agrotóxicos do que a monocultura e quais os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar. Descreva, também, outra maneira que o uso de Agrotóxicos pode ser reduzido na agricultura.”* Sabemos que a agricultura no Brasil é umas das principais bases da economia do país desde os primórdios da colonização até o século XXI, evoluindo das extensas monoculturas para a diversificação da produção (policultura). Esperava-se que os alunos entendessem na resolução desse problema que o plantio de diversos tipos de vegetais num mesmo campo de cultivo propicia maior equilíbrio de populações de pragas e de seus predadores do que nas monoculturas. Com isso, a plantação fica menos sujeita a ataques de pragas, levando à utilização de menos Agrotóxicos que na monocultura. Além disso, quando se pergunta sobre os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar, os materiais de consulta falavam principalmente como essas substâncias químicas são extremamente perigosas para os seres vivos no geral, tanto para as pragas das lavouras como para os insetos úteis, como os que fazem a polinização, e os predadores que se alimentam dos organismos que atacam as plantações (o desaparecimento desses predadores torna necessário o uso de maiores quantidades de Agrotóxicos), tentando fazer que os alunos entendam os reais perigos dos Agrotóxicos no meio ambiente. Os alunos, através da investigação para resolverem o problema, poderiam propor soluções para alternativas capazes de reduzir o uso dos Agrotóxicos na produção agrícola utilizando o chamado manejo⁵⁸ integrado de pragas. Nesse caso, o uso de Agrotóxicos pode ser reduzido, pois, junto com eles,

⁵⁸ Manejo é o ato de manejar, executar. Manejo integrado quer dizer aqui um conjunto de medidas que devem ser tomadas para impedir que as plantações sejam destruídas por insetos e outros organismos.

utiliza-se um predador ou um parasita que ataque a praga. Por exemplo: em uma plantação de soja, emprega-se um vírus que ataca só as lagartas que estejam destruindo a planta.

Problema 3: *“Estima-se que 90% dos agricultores “orgânicos” no Brasil seriam pequenos produtores ligados a ONGs e cooperativas. Os 10% restantes corresponderiam aos grandes produtores vinculados a empresas privadas. Por ter um custo mais elevado, conseqüentemente, preço mais alto do que o dos produtos convencionais, os produtos “orgânicos” são comercializados principalmente em regiões onde a renda é mais elevada. Quando não é possível consumir alimentos “orgânicos”, uma opção para diminuir a ingestão de aditivos agrícolas sintéticos é comprar frutas, legumes e verduras da época. Alimentos fora da época costumam receber cargas maiores de Agrotóxicos. Nesse contexto, escreva algumas maneiras de selecionar alimentos com menos resíduos de Agrotóxicos e explique como o controle biológico pode diminuir o uso desses produtos químicos.”* A utilização da agricultura orgânica tem crescido muito no Brasil e seu mercado mostra-se promissor. Com a finalidade de assegurar os seus princípios, têm surgido associações de produtores com o objetivo de orientar, fiscalizar, normalizar e, ao final, certificar a produção. Atualmente, uma parcela da população está consciente em relação aos problemas ecológicos e muitos têm optado por produtos naturais. No entanto, esses alimentos apresentam preços mais elevados que os tradicionais, talvez pela falta de incentivo do governo, ou ainda uma cultura das pessoas que não conhecem os reais perigos dos Agrotóxicos. Dessa maneira, não procuram o alimento orgânico para consumo. Um dos objetivos desse problema foi trabalhar os sistemas de produção agrários em sala de aula, mostrando os benefícios ambientais, sociais e para a saúde propiciada pela agricultura orgânica. Outro tópico levantado nesse problema foi sobre o controle biológico. Nesse caso, são usados os próprios parasitas e predadores naturais da praga em questão. Quando uma plantação é atacada por pulgões, por exemplo, pode-se soltar joaninhas na área cultivada, pois elas são predadoras desses insetos. Uma única joaninha pode comer mais de 50 pulgões por dia. Para finalizar a resolução desse problema, solicitava-se que os alunos listassem algumas maneiras de selecionar alimentos com menos resíduos de Agrotóxicos, algumas dicas são: Procure comprar preferencialmente frutas e verduras da época, já que para serem produzidas fora de tempo recebem elevada carga de Agrotóxicos; retire as folhas externas das verduras, pois geralmente concentram mais Agrotóxicos; procure descascar as frutas, uma vez que muitos resíduos dos Agrotóxicos concentram-se nas cascas; evite legumes e frutas brilhantes, muitos deles são encerados para aumentar a conservação e a aparência, como tomates, pimentões, maçãs e peras.

A seguir descreveremos como ocorreram as etapas de aplicação da estratégia metodológica, dando-se ênfase a uma análise qualitativa das observações registradas pelos pesquisadores.

Etapa I: Foram explicados para os alunos alguns problemas de saúde causados pela intoxicação aguda por Agrotóxicos como: fraqueza, tonteira, perda de apetite etc. E as enfermidades mais graves, causadas pela intoxicação crônica como: doença de Parkinson, cânceres, lesões hepáticas etc. Os pesquisadores falaram também sobre como os Agrotóxicos podem contaminar os seres vivos. Após esses esclarecimentos, foi visualizado o vídeo, “O Veneno está na mesa 2”, sobre os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar. Durante a apresentação do vídeo, os estudantes mostram-se bastante interessados e atentos às informações trazidas pelo filme. Terminada a apresentação, os professores explanaram sobre a agricultura orgânica e outras alternativas para a redução e/ou não uso dos Agrotóxicos na produção agrícola.

Etapa II: Eram três problemas e a turma foi dividida em três grupos, portanto cada grupo resolveu um problema. Solicitamos que lessem com atenção a folha recebida. Os registros no Diário de Campo e as observações dos professores mostram que os grupos não apresentaram dificuldades quanto à compreensão dos enunciados e que buscaram as informações nos materiais indicados pelos pesquisadores.

Etapa III: Durante a leitura dos problemas pelos grupos, percebemos que os educandos demonstram interesse pela atividade proposta, pois à medida que liam os problemas e os textos de apoio, discutiam entre si as questões solicitadas. Enquanto os alunos trabalhavam, os pesquisadores circulavam entre os grupos para auxiliá-los em possíveis dúvidas, fazendo esclarecimentos para um melhor entendimento dos problemas.

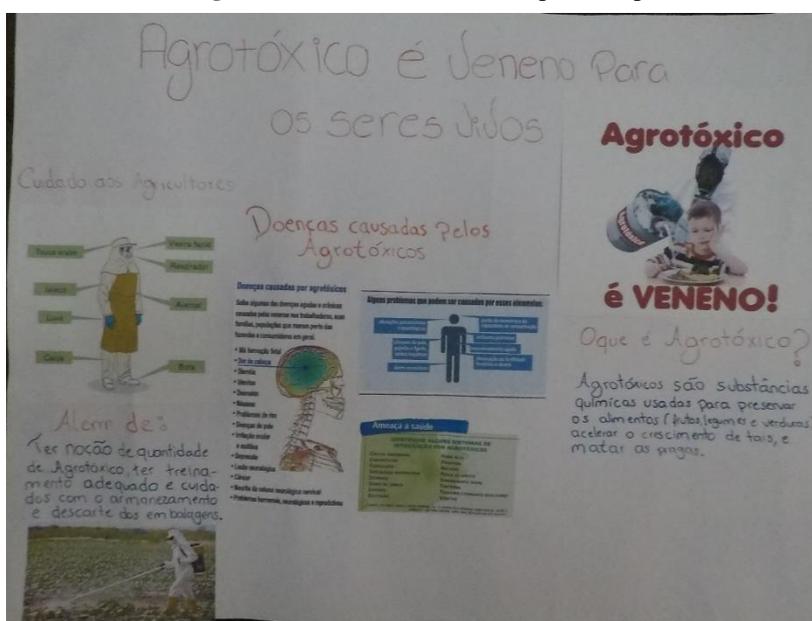
Etapa IV: Para a resolução dos problemas, todos os grupos produziram relatórios escritos, cartazes e fizeram uma apresentação oral exibindo suas resoluções. Nesse momento, os alunos tiveram acesso a computadores e impressoras para poderem imprimir figuras com algumas descrições relacionadas com os problemas propostos, podendo ajudar na confecção dos cartazes e, conseqüentemente, na próxima etapa da sequência didática implementada na proposta pedagógica.

Etapa V: A análise a seguir foi feita a partir das anotações do Diário de Campo e análise dos relatórios e cartazes feitos pelos estudantes com as resoluções dos problemas. Os problemas 1 e 3 foram resolvidos pelos grupos 1 e 3 respectivamente. Ambos os grupos propuseram resoluções próximas das esperadas e apresentações apropriadas, atingindo os itens e objetivos dos problemas.

Achamos pertinente destacar, nesse momento, a produção dos cartazes feitos por todos os grupos (Figura 1). No geral, identificamos uma boa organização das informações relacionadas

à temática ambiental Agrotóxicos. Percebemos que esses instrumentos de apoio confeccionados pelos grupos ajudaram no momento da apresentação na organização das ideias, na visibilidade e na compreensão da resolução do problema pelo grande grupo. Entretanto, na apresentação do grupo 2, que teve a incumbência de solucionar o problema 2, os alunos, mesmo resolvendo o problema adequadamente, escrevendo o relatório e elaborando um cartaz organizado, tiveram dificuldades em expor suas ideias e apresentarem a resolução do problema. Nesse momento, um dos pesquisadores entrevistou e ajudou o grupo, ponderando os itens e fazendo com que eles relacionassem as próprias produções escritas e as gravuras dos cartazes com a apresentação da resolução.

Figura 1: Cartaz confeccionado pelo Grupo 1.



Percebemos como foi importante a mediação pedagógica do professor para que o grande grupo dos alunos entendesse a resolução do problema 2, observamos que foi significativo tanto para os apresentadores da resolução, quanto para os ouvintes. O docente deve ter uma atitude de organizar as ideias dos estudantes quando necessário, facilitando, incentivando e motivando o processo de aprendizagem, dessa maneira, colaborando para que o aprendiz chegue aos seus objetivos. De acordo com Carvalho e Gil-Pérez (2006), os docentes adotam o papel de orientadores e mediadores nas atividades de investigação dirigida. Assim sendo, podem debater acerca do problema em questão, criando relações para que os educandos possam entendê-lo, auxiliar no acesso a outras fontes de conhecimento e discutir os dados obtidos interligando-os com as hipóteses apuradas, para averiguar se a tarefa está efetivamente sendo realizada pelos caminhos utilizados. O professor deixa de ter um caráter estático e passa a ter um caráter significativo para o aluno (FREIRE, 1979).

Etapa VI: Os educadores conduziram a discussão sobre as resoluções dos problemas apresentadas, os conceitos fundamentais abordados e as dificuldades enfrentadas pelos sujeitos da pesquisa. Explanaram sobre os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar, fazendo um apanhado das apresentações feitas pelos educandos, identificando as dificuldades e o que os alunos não conseguiram resolver nos problemas. De acordo com os apontamentos do Diário de Campo, os pesquisadores, por intermédio de perguntas condutoras, e a partir das afirmações dos alunos e das resoluções dos problemas propostas por eles, fizeram com que os estudantes chegassem à conclusão de que os Agrotóxicos são prejudiciais ao meio ambiente e, em consequência, à saúde dos seres vivos, como podemos observar por algumas afirmações feitas pelos educandos, tais como: “Agrotóxicos são produtos venenosos que matam as plantas, prejudicando a natureza.”; “Agrotóxicos são produtos utilizados na lavoura para os alimentos evoluírem mais rapidamente, podendo prejudicar as plantas, os frutos, o solo e os seres humanos.”; “Agrotóxico é uma substância tóxica e pode vir a fazer mal tanto para o meio ambiente, quanto para nós, seres humanos”.

4 ÚLTIMAS CONSIDERAÇÕES

Com a realização desta pesquisa, de natureza qualitativa, tivemos como propósito investigar como a metodologia de RP poderia beneficiar os educandos em seu processo de ensino e aprendizagem.

Os resultados mostraram que a sequência didática que utilizamos oportunizou aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais. Assim sendo, as aprendizagens conceituais puderam ser observadas por intermédio dos conhecimentos científicos abordados, as procedimentais na análise de referenciais bibliográficos, na preparação de relatórios e na argumentação de ideias nas apresentações orais. Da mesma forma, verificamos que os educandos desenvolveram aprendizagens atitudinais, uma vez que houve uma conscientização a respeito dos problemas ambientais que os Agrotóxicos podem ocasionar. No ambiente escolar, essas aprendizagens são realizadas seja nos trabalhos individuais ou em grupos. Nos grupos, o educando aprende a conviver com os demais, respeitando uns aos outros em suas opiniões, concordando ou discordando.

Acreditamos, portanto, devido a todas as evidências observadas no decorrer da nossa investigação, que os participantes da nossa pesquisa beneficiaram-se com a metodologia de RP, uma vez que o relatório escrito com a resolução dos problemas, a confecção dos cartazes, a apresentação oral realizada pelos grupos e o fechamento da atividade feito pelos pesquisadores evidenciaram o entendimento e a construção do conhecimento por parte dos educandos,

entendendo o real perigo que os Agrotóxicos podem causar ao ambiente e, conseqüentemente, à saúde dos seres vivos.

REFERÊNCIAS

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Portugal: Editora Porto, 1994.
- CARVALHO, A. M. P. (Org.) **O Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo. 2004. 154 p.
- CARVALHO, A.M.P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2006. 120p.
- FREIRE, Paulo. **Educação e Mudança**. 3. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1979. 79p.
- GALIAZZI, M.C. et al. O enfoque CTS e a educação ambiental: possibilidades de “ambientalização” da sala de aula de ciências. In: MALDANER, O.A.; SANTOS, W.L.P. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.
- GEWANDSZNAJDER, F. **Projeto Teláris: Ciências da Natureza, Planeta Terra**. v. 6. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015a. 264 p.
- GEWANDSZNAJDER, F. **Projeto Teláris: Ciências da Natureza, Vida na Terra**. v. 7. 2 ed. São Paulo: Ática, 2015b. 296 p.
- GOI, Mara. E. J.; SANTOS, Flávia. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 203-209, 2009.
- JONAS, H. **Pensando uma ética aplicável ao campo da técnica**. 2006. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/342855432/Pensando-uma-etica-aplicavel-ao-campo-da-3-pdf>. Acesso em: 23 Nov. 2017.
- LIBÂNEO, José Carlos. **Adeus professor, adeus professora? novas exigências educacionais e profissão docente**. São Paulo: Cortez, 1998.
- PORLÁN A. R.; MARTÍN, J. **El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula**. 6 ed. Sevilla: Díada, 1998.
- POZO, J. I.; ECHEVERRÍA, M. D. P. P. **Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender**. In: POZO, J.I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- POZO, J.I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- SANTOS, M. R. dos. **Agrotóxicos: uma unidade temática de ensino**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, UFMG, 2007.
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã**. 2 ed. São Paulo: AJS, 2013. 320 p.

APÊNDICE N - Trabalho apresentado no II EREC - Encontro Regional de Ensino de Ciências



A TEMÁTICA AMBIENTAL AGROTÓXICOS: A METODOLOGIA DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO TÉCNICO EM QUÍMICA

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro⁽¹⁾, Camila Greff Passos⁽²⁾, Tania Denise Miskinis Salgado⁽³⁾

1, 2, 3: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Este trabalho, de natureza qualitativa, consiste na análise de uma experiência de utilização da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino Técnico em Química, nível Médio. O objetivo deste estudo é avaliar as formas de contribuição da sequência didática implementada para o desenvolvimento de conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais relacionados com os problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar. O estudo foi desenvolvido com 29 alunos das 3 etapas do curso Técnico em Química de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Três problemas que abordavam diferentes aspectos da temática ambiental relacionada a Agrotóxicos foram elaborados, os quais foram resolvidos pelos alunos em seis grupos, em uma sequência didática que compreendeu seis momentos. Para a coleta de dados, foram utilizados o Diário de Campo dos pesquisadores, produções escritas dos estudantes e a gravação do áudio da aula em que os estudantes vivenciaram a Resolução de Problemas. Os resultados apontaram que a sequência didática implementada favoreceu aprendizagens conceituais, procedimentais e atitudinais quanto à Resolução de Problemas e aos conhecimentos científicos trabalhados.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Ensino Técnico em Química. Educação Ambiental. Agrotóxicos.

APÊNDICE O - Trabalho apresentado no 38º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

A Resolução de Problemas na Educação Básica: O Processo de Elaboração de Problemas sobre a Temática Ambiental Agrotóxicos

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro^{1*} (PG), Cláudio Aramy Marcinkowski² (FM), Camila Greff Passos³ (PQ), Tania Denise Miskinis Salgado^{1,3} (PQ).

* professordanielufrgs@hotmail.com

1- Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS.

2- Escola Estadual de Ensino Fundamental Piauí. Av. Gregório da Fonseca 91, CEP 90830-260. Porto Alegre, RS.

3- Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS.

Palavras-Chave: Resolução de problemas, agrotóxicos, ensino de química.

Área Temática: Educação ambiental.

RESUMO: O objetivo do presente trabalho é mostrar como nossa revisão bibliográfica sobre a metodologia da Resolução de Problemas e a temática ambiental Agrotóxicos nos guiou, numa perspectiva ambiental crítica, a criar diferentes tipos de problemas sobre os impactos ambientais que os Agrotóxicos podem causar para, posteriormente, poderem ser aplicados nas aulas de Química no ensino médio. A educação ambiental pode ser um instrumento de conscientização dos cidadãos, por meio da abordagem deste tema em aula. Para a revisão bibliográfica, utilizamos a metodologia de análise de documentos associada à análise de conteúdos sobre os assuntos estudados nesta pesquisa. Acreditamos que o docente, ao criar um problema, precisa fazê-lo de maneira clara e objetiva, atentando para a realidade do aluno, motivando-o a solucionar a problemática apresentada. Da mesma forma, a situação-problema necessita trazer uma reflexão crítica na qual o educando possa posicionar-se, tendo em vista aspectos sociais, políticos e econômicos relacionados ao problema.

A Resolução de Problemas na Educação Básica

Acreditamos que a Metodologia da Resolução de Problemas (MRP) na Educação Básica (EB) é uma atividade didática fundamental para o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos no ensino de Ciências e Química. Alguns autores consideram que a MRP possui um caráter importante na atividade científica e pode ser considerada fundamental no ato de aprender a pensar (VASCONCELOS *et al*, 2007, POZO, 1998, ECHEVERRÍA; POZO, 1998). Com isso, as pesquisas sobre a MRP no ensino de Química são constantes e justificáveis pela importância atribuída a esses trabalhos pedagógicos no processo de ensino e aprendizagem.

Para Machado e Mortimer (2007), o ensino de Química deve envolver a contextualização e privilegiar a MRP, e o aluno poderá considerar aspectos técnicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais, o que pode resultar numa demanda de abordagens interdisciplinares.

As Orientações Curriculares Nacionais orientam que os conteúdos químicos sejam trabalhados a partir de situações-problema reais no sentido de buscar o conhecimento necessário para compreendê-los e procurar resolvê-los (BRASIL, 2006). Outro documento oficial destaca, no ensino de Química, que a MRP é uma

importante atividade pedagógica no sentido de desenvolver habilidades e competências fundamentais nos alunos (BRASIL, 1999).

Entendemos que a MRP é uma estratégia que pode ajudar na construção do conhecimento químico, proporcionando o desafio, a motivação, a criação, o trabalho em grupo, entre outras possibilidades. “A solução de problemas baseia-se na apresentação de situações abertas e sugestivas que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço para buscar suas próprias respostas, seu próprio conhecimento” (POZO, 1998, p. 9).

Propor atividades utilizando a MRP não é somente ensinar a resolver problemas, mas também ensinar a propor situações-problema para si mesmo, a transformar a vida real em um problema que mereça ser questionado, estudado e que esteja relacionado com o cotidiano dos estudantes. Echeverría e Pozo (1998) consideram que a MRP pode ser uma metodologia muito eficaz para ser trabalhada no processo de ensino e aprendizagem, por isso, deveria constituir um conteúdo necessário às diversas áreas do conhecimento, estando esta relacionada à aquisição de procedimentos eficazes para a escolarização. O fato de solucionar situações-problema incide em fazer com que os alunos criem hábitos e atitudes para enfrentar a aprendizagem como um problema para o qual deve ser encontrada uma resposta (ECHEVERRÍA; POZO, 1998).

Referindo-se ao nosso tema de pesquisa e aos problemas ambientais que os Agrotóxicos podem causar, Santos e Mól (2013) explicam que as plantações são, comumente, mais suscetíveis a um ataque de insetos do que a vegetação natural. Com a retirada da mata original, muitos predadores de insetos desaparecem, ocasionando um desequilíbrio ambiental, prejudicando, assim, a agricultura. Na agricultura, o controle químico é, atualmente, o método mais utilizado por pequenos, médios e grandes produtores e constitui-se no uso de produtos químicos, os chamados Agrotóxicos, (inseticidas, fungicidas, bactericidas, herbicidas etc.) com o intuito de controlar pragas e doenças (SANTOS; MÓL, 2013). Os Agrotóxicos possuem uma ação rápida e eficaz, entretanto provocam o desenvolvimento de populações resistentes do inseto, o surgimento de novas pragas ou, até mesmo, a ressurgência de outra ocorrência de desequilíbrio biológico, implicações danosas ao homem, a outros animais e, também, ao meio ambiente (SANTOS; MÓL, 2013).

Considerando a complexidade do tema ambiental Agrotóxicos, nossa revisão sobre essa temática iniciou com pesquisa em nível de mestrado (RIBEIRO *et al.*, 2016a) e prosseguiu com um estudo para compor uma tese de doutorado (RIBEIRO *et al.*, 2016b, RIBEIRO *et al.*, 2017a). Neste trabalho, abordaremos sobre a Tecnologia de Aplicação dos Agrotóxicos, a importância desse tópico e os problemas ambientais que uma tecnologia de aplicação inadequada pode causar. Mostraremos como os conhecimentos científicos e químicos são fundamentais para melhorar a qualidade e eficiência dos tratamentos e reduzir o desperdício de produtos e contaminação do ambiente.

Além disso, o objetivo do presente trabalho é mostrar como nossa revisão bibliográfica sobre a MRP e a temática ambiental Agrotóxicos nos guiou, com uma perspectiva ambiental crítica (GALIAZZI *et al.*, 2010), a criar diferentes tipos de problemas sobre os impactos ambientais que os Agrotóxicos podem causar, para que posteriormente pudessem ser aplicados em diferentes níveis e modalidades da EB (RIBEIRO *et al.*, 2017b; RIBEIRO *et al.*, 2017c).

Percurso Metodológico

Para realizarmos uma parte da revisão bibliográfica, de forma a obtermos um quadro geral das pesquisas científicas sobre nossa temática de interesse, foi realizada uma identificação de artigos no sítio⁵⁹ do SciELO – *Scientific Electronic Library Online*, considerando que o mesmo permite o acesso a uma vasta e qualificada coleção dos principais periódicos científicos brasileiros. Para isso, realizamos a Análise Documental (MOREIRA, 2005) dos artigos localizados com a palavra-chave: Agrotóxicos.

Durante a leitura e análise dos documentos, utilizou-se a Análise de Conteúdo, que se caracteriza como um dos procedimentos clássicos para interpretar materiais textuais. A Análise de Conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de artigos científicos. Nesse sentido, essa análise auxilia o pesquisador a destacar ideias, enunciados e proposições do documento que possam ter significado isolado (BARDIN, 2010).

A partir desses pressupostos metodológicos, foram analisados o título, o resumo e as palavras-chaves dos 233 trabalhos obtidos no banco de dados do SciELO. Para um melhor tratamento das informações, organizamos os dados de acordo com o contexto de cada artigo. Franco (2008) explica que, a partir de critérios de homogeneidade sobre o tema investigado, podemos nortear as ações da nossa pesquisa para obtermos entendimento mais significativo dos conteúdos analisados.

Nossa pesquisa mostrou que havia certas regularidades nos artigos científicos analisados no que tange aos assuntos tratados, o que permitiu categorizar os artigos e agrupá-los em oito categorias (RIBEIRO *et al.*, 2016b)⁶⁰. Uma dessas categorias, a saber: “Tecnologia de Aplicação”, totalizou 27 trabalhos científicos (RIBEIRO *et al.*, 2016b) relacionados a esse tema, o que possibilitou a construção da revisão bibliográfica apresentada neste trabalho relacionada à importância de tecnologias de aplicações apropriadas para cada tipo de situação e agricultura.

Em uma pesquisa em nível de doutorado, utilizamos tais dados com dois objetivos distintos: i. Relacionar o assunto geral da atividade e da pesquisa científica referente à temática ambiental Agrotóxicos com o ensino de Química; ii. Considerar as contribuições pertinentes das pesquisas revisadas. Entendemos que esse aprofundamento teórico sobre o tema Agrotóxicos foi de extrema importância para a construção e desenvolvimento de situações-problema que foram utilizadas em um estudo sobre a MRP em diferentes níveis e modalidades da EB (RIBEIRO *et al.*, 2017b; RIBEIRO *et al.*, 2017c).

A Importância da Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos

Com a revisão bibliográfica realizada, verificamos que a Tecnologia de aplicação de Agrotóxicos é a utilização de todos os conhecimentos científicos e químicos que ajudem em uma colocação correta do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica, com mínimo de contaminação de outras áreas do meio ambiente diferentes da praga que se quer atingir (MION *et al.*, 2011).

Os Agrotóxicos devem exercer a sua ação sobre um determinado organismo que se deseja controlar. Portanto, o alvo a ser atingido é esse organismo, seja ele uma planta daninha, um inseto, um fungo ou uma bactéria. Qualquer quantidade do

⁵⁹ Revisão bibliográfica em todo banco de dados: <http://www.scielo.org>. Acesso em out. 2015.

⁶⁰ Categorização dos Artigos: 1) Riscos à saúde; 2) Contaminação e qualidade dos alimentos; 3) Monitoramento de solos, águas e sedimentos, 4) Tecnologia de aplicação; 5) Minimização dos impactos ambientais; 6) Seletividade; 7) Ecotoxicidade; 8) Legislação.

produto químico que não atinja o alvo não terá qualquer eficácia e estará representando uma forma de perda. A fixação pouco exata do alvo eleva invariavelmente a perda de grandes proporções, pois o produto é então aplicado sobre partes que não têm relação direta com o controle. O consumo demasiado de Agrotóxicos na agricultura brasileira é inquietante, e um dos fatores que contribuem para esse uso demasiado é “o uso incorreto dos equipamentos de aplicação, causando grandes problemas de contaminação ambiental. O sucesso de uma aplicação agrícola somente é efetivado quando se consegue atingir o alvo com a menor contaminação ambiental possível” (MION *et al.*, p.352, 2011).

Cunha, Alves e Reis (2010) afirmam que “o processo de subdivisão do líquido em gotas, conhecido como pulverização, é a base da tecnologia de aplicação de Agrotóxicos. Dele dependem o potencial de deriva, a perda por escorrimento e a cobertura do alvo” (p. 665). Nesse contexto, muitos estudos estão voltados para esse tipo de tecnologia e com produtos agrícolas de fundamental importância para a sociedade.

Introduzida no período colonial, a cana-de-açúcar se transformou em uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil não é apenas o maior produtor de cana. É também o primeiro do mundo na produção de açúcar e etanol e conquista, cada vez mais, o mercado externo com o uso do biocombustível como alternativa energética. “Vários são os fatores condicionantes e limitantes à sua produção, como, por exemplo, nutricionais, climáticos, genéticos e fitossanitários⁶¹” (SCHNEIDER *et al.*, p. 798, 2013).

Schneider *et al.* (2013) explicam, em seus estudos sobre tecnologia de aplicação de Agrotóxicos, como podemos utilizar uma quantidade menor desse micropolvente e obtermos o mesmo aproveitamento. O cultivo da cana-de-açúcar exige que as folhas superiores recebam maiores percentuais de cobertura do que as folhas posicionadas do dossel inferior da cultura, caso contrário, poderá aparecer a ferrugem alaranjada, uma doença de significativa importância nesse tipo de produção agrícola. Com um tipo de metodologia da cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar, os pesquisadores não observaram diferenças entre as taxas de aplicação de 120 e 160 L.ha⁻¹, dessa maneira, otimizando e viabilizando o processo.

De acordo com Cunha *et al.* (2004) existe uma falta de informação no campo a respeito da tecnologia de aplicação. Muitas vezes, as aplicações podem produzir o objetivo buscado, entretanto, “ineficiente, porque não se utilizou a melhor técnica disponível ou o melhor equipamento de aplicação, que determinaria o emprego de menor quantidade de ingrediente ativo na obtenção dos mesmos resultados” (p. 977). Na prática, a dose de Agrotóxico empregada é geralmente muito superior à requerida.

A alternativa e o uso apropriado de bicos de pulverização são fundamentais para a correta aplicação de Agrotóxicos. Um estudo de Cunha *et al.* (2004) mostrou que a utilização do bico de pulverização hidráulico de jato cônico vazio é mais eficiente quando comparada com o bico de pulverização hidráulico de jato plano padrão, pois foi avaliado o espectro de gotas e verificaram o tamanho e a cobertura adequada para o tipo de produção agrícola. Entretanto, nem sempre quanto menor a gota, mais eficiente é a metodologia de aplicação. Uma aplicação eficiente exige gotas de tamanho adequado e requer uma cobertura adequada da superfície-alvo. Gotas muito

⁶¹ Tratamento Fitossanitário são procedimentos praticados para combater organismos vivos que possam ser de alguma forma nocivos ao meio-ambiente.

grandes não ocasionarão uma boa uniformidade de distribuição, tampouco uma boa cobertura de superfície. As gotas muito grandes, pelo seu peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo. No caso de gotas muito pequenas, geralmente ocorre boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar (TEIXEIRA, 1997).

Além da cana-de-açúcar, o café é outra espécie cultivada no território brasileiro que se destaca desde o período colonial como gerador de emprego e renda. Diante dessa importância, a busca de novas tecnologias e/ou adaptações de técnicas de aplicações já utilizadas em outras culturas é constante para o cultivo do café, principalmente, pelo fato de essa produção agrícola exigir metodologias adequadas na aplicação de Agrotóxicos, devido à arquitetura do cafeeiro (SASAKI *et al.*, 2013).

Sasaki *et al.* (2013) analisaram a utilização da pulverização eletrostática na cultura do café, verificando a eficiência de deposição e a uniformidade de distribuição da calda aplicada. Em suas pesquisas práticas, utilizaram um pulverizador eletrostático específico com dois sistemas de pulverização (sistema eletrostático ligado e desligado). Após as suas análises, os autores puderam concluir que o sistema eletrostático foi eficiente na pulverização em plantas de café e proporcionou aumento de 37% na deposição da calda de aplicação em relação ao sistema eletrostático desligado, dessa maneira, podemos observar algumas vantagens do emprego da pulverização eletrostática na cultura do café.

O uso impróprio e inadequado de Agrotóxicos é responsável pelos elevados índices de intoxicação verificados entre os produtores e trabalhadores rurais, provoca a contaminação dos alimentos consumidos pela população, ocasionando ainda significativos danos econômicos e ambientais à sociedade (SANTOS; MÓL, 2013).

A Elaboração de Problemas sobre Agrotóxicos

Os problemas elaborados pelos pesquisadores são sobre a temática ambiental Agrotóxicos e foram utilizados em aulas da EB. De acordo com Pozo e Crespo (1998), os problemas propostos são classificados como escolares, os quais têm por objetivo desenvolver conceitos, procedimentos e atitudes cabíveis à Ciência que possibilitam a compreensão dos acontecimentos cotidianos; semiabertos, pois os enunciados apresentam parcialmente os subsídios necessários para a sua resolução; qualitativos, pois os estudantes podem utilizar conceitos científicos e teorias, sem a necessidade de cálculos ou raciocínio matemático; e teórico-práticos, porque aceitam estratégias experimentais e raciocínios teóricos para resolvê-los. Destaca-se que os problemas semiabertos e qualitativos possibilitam que os próprios estudantes incorporem ideias e estratégias com as quais seja possível definir e resolver a tarefa. A seguir, mostraremos na Figura 1 um problema sobre métodos alternativos para uma agricultura sustentável (RIBEIRO *et al.*, 2017a) e as características consideradas para a elaboração de um problema eficaz:

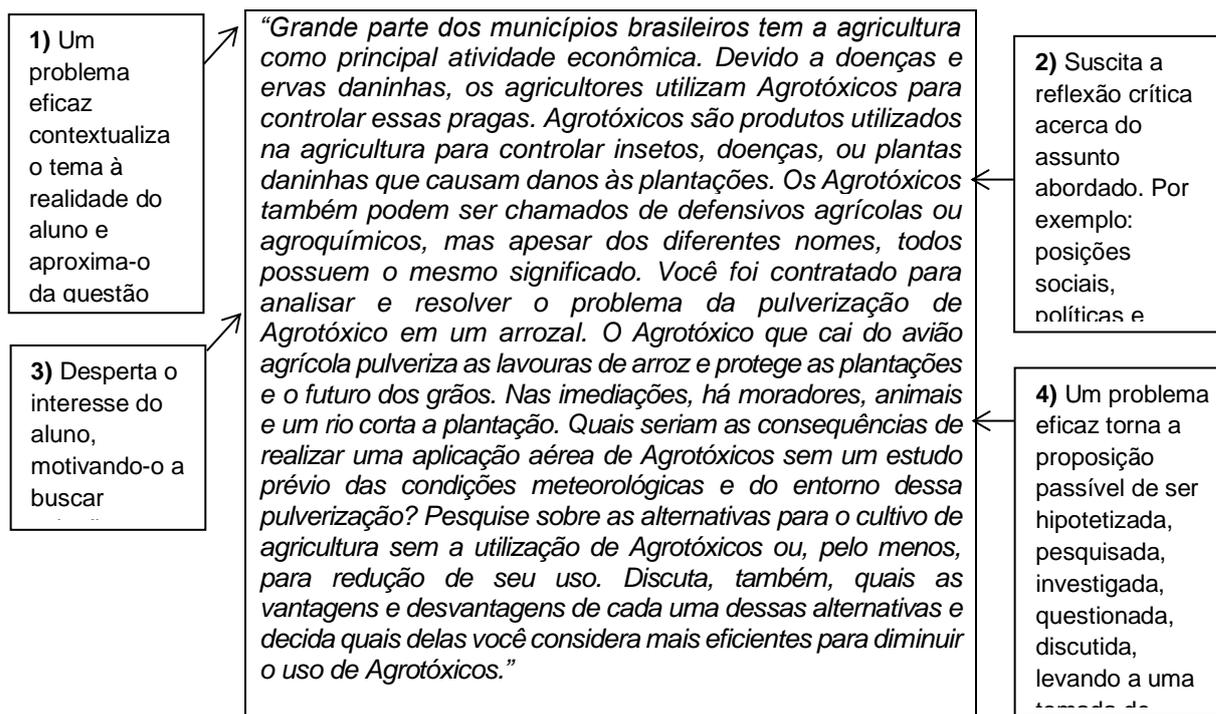


Figura 1: Características de um problema eficaz

No decorrer das investigações realizadas nos últimos 4 anos, entendemos que um problema eficaz tem que contemplar as 4 características apontadas na Figura 1, para favorecer as potencialidades da MRP na Educação Básica. Para contemplar as características **1 e 3)** o problema deve, em primeiro lugar, estar contextualizado com a realidade dos alunos para que estes possam sentir-se motivados a resolvê-lo, a buscarem uma resposta para uma questão que lhes diz respeito, mas para a qual ainda não possuem um resultado. Assim sendo, o problema a ser resolvido deve aproximar os estudantes da questão que será apresentada a eles com o intuito de ativar nos educandos mecanismos que os levem a pensar, a refletir sobre o tema que lhes está sendo proposto a resolver, dando-lhes subsídios para que conheçam mais acerca do assunto solicitado, estimulando-os para a etapa da resolução.

A partir do nosso aprofundamento bibliográfico, percebemos que a denominação defensivo agrícola pode ser utilizada para amenizar os riscos do uso dos Agrotóxicos, entretanto entendemos que existe uma grande polêmica entre os termos “defensivo agrícola” e “Agrotóxico”. Essa discussão está relacionada ao significado que esses termos podem trazer. Por exemplo, quando se fala em defensivo agrícola, acredita-se que essa expressão indica substâncias que são boas, defendem a lavoura de pragas, diferentemente da palavra Agrotóxico. Sabemos que, de um lado, existem as indústrias e os comerciantes, os quais têm interesse em divulgar que os “defensivos” não trazem prejuízos à saúde do homem; de outro, profissionais da área da saúde engajados na posição de que os Agrotóxicos, na realidade, fazem muito mal à saúde humana e aos ecossistemas nos quais são aplicados. Desta forma, a característica **2** foi atingida ao possibilitar a reflexão crítica sobre as questões políticas, ambientais, sociais e econômicas sobre o tema Agrotóxicos.

Por fim, apresentamos a situação-problema a ser analisada e resolvida (característica **4**). O problema precisa ser claro e objetivo com a intenção de os aprendizes terem condições de entendê-lo e buscarem a(s) melhor(es) forma(s) de solucioná-lo. Importante também é que o problema apresentado implique um processo de reflexão, de tomada de decisões em relação ao caminho a ser utilizado para a sua

resolução. Além disso, os educandos devem ter acesso a variadas fontes de conhecimento e necessitam discutir os dados obtidos, relacionando-os com as hipóteses apuradas, com o intuito de averiguar se a atividade está efetivamente sendo feita da maneira planejada.

Salientamos que os demais problemas elaborados durante a pesquisa podem ser encontrados em trabalhos anteriores (RIBEIRO *et al.*, 2017b; RIBEIRO *et al.*, 2017c).

Algumas Considerações

Tivemos como objetivo mostrar como nossa revisão bibliográfica sobre a metodologia da Resolução de Problemas e a temática ambiental Agrotóxicos nos foi, com uma perspectiva ambiental crítica, a criar diferentes tipos de problemas sobre os impactos ambientais que os Agrotóxicos podem causar para que, posteriormente, fossem aplicados no ensino médio. Dessa maneira, acreditamos que o docente, ao criar um problema, precisa fazê-lo de maneira clara e objetiva, atentando para o cotidiano do aluno, para a realidade que o circunda, motivando-o a solucionar a problemática apresentada. Da mesma forma, a situação-problema necessita trazer uma reflexão crítica na qual o educando possa posicionar-se, tendo em vista aspectos sociais, políticos e econômicos relacionados ao problema. A situação-problema deve permitir que os aprendizes façam hipóteses, investiguem, questionem e cheguem a uma conclusão, a uma tomada de decisão. Além disso, o problema deve oportunizar ao estudante a busca por aprender novos conhecimentos e habilidades.

No que tange ao uso da tecnologia da aplicação do Agrotóxicos, entendemos que para melhorar a qualidade e eficiência dos tratamentos e reduzir o desperdício de produtos e contaminação do ambiente, as técnicas de aplicação devem estar apropriadas, utilizando-se equipamentos e métodos reconhecidos no Brasil e internacionalmente.

Referências bibliográficas

- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010. 281 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, volume 2, 2006.
- CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S.; REIS, E.F. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Planta daninha**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. Ed. Brasília: Líber Livro, 2008. 80p. (Série Pesquisa; v.6).
- GALIAZZI, M.C. et al. O enfoque CTS e a educação ambiental: possibilidades de “ambientalização” da sala de aula de ciências. In: MALDANER, O.A.; SANTOS, W.L.P. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.
- IBGE. **Confronto das safras de 2011 e 2012**. Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201208_5.shtm>. Acesso em: 11 Jun. 2018.

- MACHADO, A.H.; MORTIMER, E.F. Química para o Ensino Médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L.B.; MALDANER, O.A. (Eds.), **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007.
- MION, R.L. et al. Uso de mesa vertical como parâmetro para regulagens de turboatomizadores. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p 252-258, 2011.
- MOREIRA, S.V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, J.; BARROS, A. (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, p. 269-279, 2005.
- POZO, J.I.; ECHEVERRÍA, M.D.P.P. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- POZO, J.I. (Org). **A Solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- RIBEIRO, D.C.A. **Problemas Ambientais Causados por Agrotóxicos: Uma Proposta de Formação de Professores de Química Viabilizando a Metodologia da Resolução de Problemas**. 2016, 134 f. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016a.
- RIBEIRO, D.C.A. et al. Educação Ambiental e Agrotóxicos: Definição, Legislação, Impactos Ambientais e Monitoramento. In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 36., 2016, Pelotas. **Anais... PELOTAS: IFSul-Riograndense, UFPel, 2016b**. p. 509-517. Disponível em: <<http://36edeq.edeq.com.br/anais.html>>. Acesso em: 11 Jun. 2017.
- RIBEIRO, D.C.A. et al. Materiais didáticos e a temática da minimização dos problemas ambientais causados por agrotóxicos: abordagem de alternativas para a sua substituição. In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 37., 2017, Rio Grande. **Anais...** Rio Grande: Universidade Federal de Rio Grande, 2017a. p. 312-319. Disponível em: < <http://www.edeq.furg.br/images/ebook/37edeqebook.pdf>>. Acesso em: 27 Jun. 2018.
- RIBEIRO, D.C.A. et al. **A metodologia da resolução de problemas: uma proposta para abordagem sobre agrotóxicos no ensino médio**. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 2017, Santa Maria. **Anais...** 2017b.
- RIBEIRO, D.C.A. et al. **A Temática Ambiental Agrotóxicos: A Metodologia da Resolução de Problemas na Educação de Jovens e Adultos**. In: ENPEC - ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis-SC. **Atas...** Florianópolis-SC: Editora da UFSC, 2017c.
- SANTOS, W.L.P.; MÓL, G.S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã**. 2 ed. São Paulo: AJS, 2013. 320 p.
- SASAKI, R.S. et al. Deposição e uniformidade de distribuição da calda de aplicação em plantas de café utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1605-1609, 2013.
- SCHNEIDER, J.L. et al. Cobertura de gotas de pulverização obtida com diferentes pontas e taxas de aplicação na parte aérea da cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 797-802, 2013.
- TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 1997. 310p. Tese (Doutorado) - Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.
- VASCONCELOS, C., et al. Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007.

APÊNDICE P - Trabalho publicado no 17º SIMPEQUI – Simpósio Brasileiro de Educação Química

A metodologia da resolução de problemas, contextualizando a temática ambiental agrotóxicos: A opinião de estudantes do curso técnico em Química

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

Instituto de Ciências Básicas da Saúde, PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS. E-mail: professordanielufrgs@hotmail.com.

Camila Greff Passos

Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS. E-mail: camila.passos@ufrgs.br.

Tania Denise Miskinis Salgado

Instituto de Ciências Básicas da Saúde, PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS. E-mail: tania.salgado@ufrgs.br.

Resumo: Esta pesquisa tem como objetivo analisar a opinião de estudantes do curso Técnico em Química referentes à utilização da Metodologia da Resolução de Problemas (MRP), contextualizando a temática ambiental agrotóxicos. O estudo foi desenvolvido com 29 alunos do curso Técnico em Química de uma escola pública da cidade de Porto Alegre/RS. Foi utilizado um questionário como instrumento de coleta de dados depois da realização das atividades, numa perspectiva metodológica de pesquisa qualitativa. O exame do questionário mostrou que a MRP possibilitou aos sujeitos da pesquisa um aperfeiçoamento acerca das habilidades de investigação, raciocínio, análise e classificação. A proposta pedagógica em questão promoveu mudanças na aprendizagem e estimulou a pesquisa por parte dos alunos.

Palavras-chave: Resolução de Problemas. Ensino Técnico em Química. Agrotóxicos.

Introdução

Hoje percebemos, gradativamente, uma grande quantidade de informações que nem sempre são devidamente tratadas. Assim sendo, entendemos que essas informações só são válidas quando transformadas em conhecimentos, por isso a escola tem a obrigação de se atualizar e atender a essa demanda de alunos rodeados de informação. Nesse sentido, grande parte desse trabalho cabe ao professor que, no desenvolvimento do conhecimento técnico-científico, tem de desenvolver cada vez mais habilidades em seus educandos, o que requer, em muitos casos, uma tarefa ampla e contextualizada (NUNES; ADORNI, 2010).

Nesse contexto, Lipman (1995) identifica quatro grupos de habilidades que se fazem necessárias para o processo de ensino e aprendizagem, indicando que os educandos podem consolidá-las e desenvolvê-las através de propostas pedagógicas oportunizadas pelos educadores em suas aulas: habilidade de investigação, habilidade de raciocínio, habilidade de organização de informações, habilidade de tradução.

Relacionando essas afirmações ao ensino de Química, muitas vezes, os alunos não conseguem aprender, não são capazes de associar o conteúdo estudado com seu cotidiano, tornando-se desinteressados pelo tema. Isso indica que esse ensino está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar (NUNES; ADORNI, 2010).

Não obstante, nem sempre o professor está preparado para atuar de forma interdisciplinar e contextualizada, relacionando o conteúdo com a realidade dos aprendizes. De uma maneira geral, os livros didáticos são utilizados como instrumentos educacionais que auxiliam os educadores a organizarem suas ideias, assimilar os conteúdos e proceder à exposição aos alunos, entretanto, o professor deve usar outros recursos didáticos em suas aulas, tentando subsidiar melhor seus alunos, para que os mesmos consigam relacionar os conteúdos químicos com a vida (LOBATO, 2007).

Entre as diferentes modalidades do ensino médio, temos o curso Técnico em Química que deve preparar o estudante diretamente para o mercado de trabalho em vários setores de empresas, instituições e órgãos públicos em que se realizam procedimentos químicos. A formatação do ensino profissional técnico de nível médio deve ser norteada pelo perfil de habilidades e competências ditadas pelas necessidades do setor produtivo, procurando estabelecer interlocução com as indústrias de processos químicos, buscando selecionar competências e habilidades que atendam às necessidades atuais projetadas para o futuro.

Acreditamos que a Metodologia da Resolução de Problemas (MRP) possa ajudar a melhorar o processo de ensino e aprendizagem. Essa proposta pedagógica é capaz de contextualizar e abordar variados temas dentro do espaço escolar, colocando o aprendiz como protagonista do processo de aprendizagem. Pesquisadores das didáticas das ciências afirmam que as atividades baseadas na Resolução de Problemas (RP) podem favorecer os estudantes a aprender a aprender, desenvolvendo habilidades fundamentais para os propósitos educacionais e variados conhecimentos, beneficiando o processo de aprendizagem (GOI; SANTOS, 2009; VASCONCELOS, 2007).

Consoante os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Orientações Curriculares Nacionais (OCN) uma das finalidades do ensino de Química é desenvolver estratégias centradas na RP, visando a uma aprendizagem de conceitos químicos articulada com a realidade natural,

social e cultural e como forma de aproximar os educandos de atividades de investigação científica no contexto escolar (BRASIL, 2002; 2006).

Sobre nosso tema ambiental, abordado nesta pesquisa, existe uma complexidade em avaliar o comportamento de um agrotóxico em seguida à sua aplicação. Deve-se levar em conta a influência dos agentes que o compõem, ocasionando seu deslocamento físico e sua transformação química e biológica. Isso se deve ao fato de as substâncias passarem por processos físicos, ou químicos e até mesmo biológicos, os quais podem alterar as suas propriedades e influenciar no seu comportamento, podendo, inclusive, formar subprodutos com propriedades totalmente diferentes do produto inicial, causando diversificados danos à saúde humana e ao meio ambiente (SANTOS; MÓL, 2013; PERES; MOREIRA, 2003). Esses produtos químicos acabam provocando alterações nos ciclos bioquímicos dos animais e vegetais que se deseja combater, provocando a sua morte ou diminuição do seu ciclo reprodutivo (SANTOS; MÓL, 2013; PERES; MOREIRA, 2003). Assim sendo, esses produtos possuem uma enorme quantidade de substâncias tóxicas e, por isso, são denominados agrotóxicos.

O objetivo desta pesquisa é analisar a opinião de estudantes do curso Técnico em Química referentes à utilização da MRP, contextualizando a temática ambiental agrotóxicos. Os alunos vivenciaram a MRP em uma proposta didática interdisciplinar entre professores de Química e Português que abordaram o tema agrotóxicos, enfatizando os problemas ambientais que essas substâncias químicas podem causar ao ambiente.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido com 29 alunos das 3 etapas existentes no curso Técnico em Química, turno noturno de uma escola pública estadual da cidade de Porto Alegre/RS. Foi utilizado um questionário como instrumento de coleta de dados depois da realização das atividades, numa perspectiva metodológica de pesquisa qualitativa.

Os problemas elaborados e utilizados na proposta pedagógica sobre a RP são apresentados na íntegra em Ribeiro, Passos e Salgado (2019), entretanto, para a compreensão de como o tema agrotóxicos foi abordado através de problemas, a seguir descreveremos as características dos 3 problemas utilizados:

O Problema 1 começava descrevendo a ideia de que, do ponto de vista produtivo, os agrotóxicos podem ser utilizados para a manutenção e o aumento da produtividade agrícola. Através de seu uso, muitas perdas são evitadas, reduzindo grandemente as causadas por insetos,

plantas daninhas e fungos. Entretanto, pretendia que os alunos, na sua resolução, percebessem que essas substâncias químicas podem causar graves problemas à saúde humana, e que para amenizar esse problema, recomendam-se: treinamento dos usuários desses produtos, utilização de equipamentos e vestuário adequados (máscaras, botas, luvas etc.), escolha criteriosa dos insumos, administração em dosagens corretas, cuidados com o armazenamento, descarte das embalagens e, principalmente, práticas de agricultura orgânica (SANTOS; MÓL, 2013).

O Problema 2 iniciava relatando sobre os graves problemas ambientais que o uso dos agrotóxicos pode causar. Essas substâncias químicas não causam danos somente às “pragas”, mas também aos demais seres vivos. O seu uso pode afetar de forma significativa tanto a saúde humana quanto a de muitos outros animais e vegetais silvestres. O problema se agrava com a utilização indiscriminada dessas substâncias químicas, aumentando drasticamente os efeitos danosos ao meio ambiente. Pedimos que os alunos investigassem as diferentes classes de agrotóxicos, suas características e usos. Nossa intenção era que eles percebessem como alguns desses produtos são altamente persistentes à degradação ambiental, e que vários estudos demonstram que muitos tipos de agrotóxicos são cancerígenos (PERES; MOREIRA, 2003).

O Problema 3 visava mostrar aos educandos que diversas alternativas para o controle de insetos na lavoura têm sido desenvolvidas, como: uso de predadores naturais, método chamado controle biológico; esterilização por radiação nuclear; rodízio de culturas; desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética e controle químico com o uso de feromônios. Além disso, quando solicitamos que os alunos pesquisassem sobre a agricultura orgânica, foi para que os mesmos entendessem que a produção com o uso de agrotóxicos pode comprometer a saúde e o ambiente. Já a agricultura orgânica busca melhorar a qualidade dos alimentos sem contaminar produtores e consumidores, respeitando e preservando o ambiente.

Resultados e Discussão

As opiniões dos estudantes a respeito da proposta que foi apresentada foram colhidas através das perguntas 1, 2 e 3 do questionário aplicado após o término da sequência didática, utilizando a MRP. Todos os 29 participantes da pesquisa responderam ao questionário.

Na questão 1, foram apresentadas aos alunos algumas afirmativas que dizem respeito a habilidades, conceitos e capacidades que pretendíamos desenvolver ou aprimorar com a MRP: 1- Desenvolvi minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver o problema; 2- Desenvolvi minha habilidade de organizar informações; 3- Desenvolvi minha habilidade de raciocínio; 4- Desenvolvi minha habilidade de análise; 5- Desenvolvi minha habilidade de classificação; 6- Desenvolvi minha capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante

de problemas da vida real; 7- A RP contribuiu para a aprendizagem de conhecimentos de Química.

Na figura 1, mostramos o grau de concordância dos alunos com as afirmações apresentadas: CT = concordo totalmente; CP = concordo parcialmente; I = indeciso; DP = discordo parcialmente; DT = discordo totalmente.

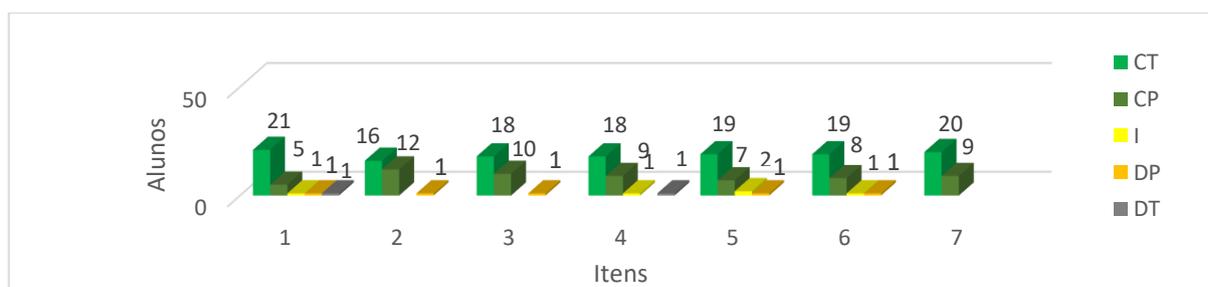


Figura 1: Grau de concordância dos alunos em relação às afirmações apresentadas nos itens que vão de 1 a 7.

A análise da Figura 1 permite afirmar que nos itens 1, 2, 3, 4 e 5, que dizem respeito ao desenvolvimento das habilidades de investigação, raciocínio, análise e classificação, respectivamente, a maioria dos alunos registrou respostas favoráveis à contribuição da RP para o seu aprimoramento. Tais habilidades são relevantes para se alcançar objetivos educacionais, como a educação científica para o exercício da cidadania (LIPMAN, 1995). Apesar de alguns itens apresentarem algumas respostas desfavoráveis à contribuição da metodologia, o resultado geral aponta para a efetividade da proposta de ensino no desenvolvimento das referidas habilidades, na opinião dos alunos. No item 6, 27 alunos concordaram com a contribuição da metodologia para o desenvolvimento da capacidade de solucionar problemas e tomar decisões diante de problemas da vida real; apenas 1 aluno discordou nesse item e 1 estudante ficou indeciso. E no item 7, que diz respeito às impressões dos estudantes sobre a contribuição da metodologia para a aprendizagem de conhecimentos de Química, todas as respostas foram favoráveis à sua aplicação. Acreditamos que os resultados refletem o envolvimento e a participação dos alunos durante a atividade proposta, e o trabalho que foi realizado em grupo contribuiu para a formação dos alunos.

A questão número 2 do nosso questionário solicitava que os alunos do curso Técnico em Química relatassem outras habilidades que eles acreditavam ter desenvolvido com as atividades pedagógicas propostas pelos pesquisadores, utilizando a MRP. Analisando as respostas dessa indagação, verificamos que 8 estudantes afirmaram terem aprimorado a habilidade de trabalharem em grupo, respeitando opiniões para que juntos desenvolvessem uma resposta: “participação em grupo e a interatividade”; “debate de opiniões, interatividade entre

os colegas e trabalho em grupo”; *“Outra habilidade foi o consenso em grupo para chegar a um raciocínio e interpretar melhor o problema para chegar a um raciocínio*”; *“Desenvolvi a habilidade de ouvir as outras opiniões e juntos chegar a uma conclusão dos problemas*”; *“compreensão do assunto discutindo sobre o tema com os demais do grupo”*.

Outros 5 alunos usaram termos como “interpretar”, “resumir”, “argumentação”, “comunicação”, “dialogar”: *“Habilidade de argumentação e oratória de formação de conhecimento através de pontos contrários*”; *“Resumir o contexto, ajudando a identificar a melhor solução*”; *“Creio ter aprimorado a questão de dialogar e comunicação de opiniões em meio a uma elevada quantia de pessoas, assim como a leitura parcial visando maior verbalização do conteúdo aprendido em uma apresentação”*.

De acordo com Goi e Santos (2009), durante as práticas de investigação a construção de conhecimento ocorre tendo em vista que a MRP abrange fases como observações, preparação de questões e hipóteses, exame a fontes de informação, planejamento e realização de planos, coleta, análise e interpretação de dados, proposição de explicações, compartilhamento de informações. Dessa forma, os educandos são motivados e participam de maneira mais eficaz das atividades de aula.

A pergunta número 3 do questionário indagou aos estudantes se eles gostaram de trabalhar com a MRP e por quê. Todos os 29 participantes disseram que sim, que gostaram de trabalhar com essa proposta pedagógica: *“Sim, pois reflete a realidade onde as necessidades e problemas impulsionam pesquisas e construção de conhecimentos*”; *“Sim, pois demonstra uma aula comunicativa com mais aprendizagem*”; *“Sim, pois podemos debater sobre o assunto proposto, solucionando os problemas*”; *“Sim, gostei bastante do desenvolvimento e como se resolveu o problema*”; *“Sim, ele torna a pesquisa e o desenvolvimento da pesquisa mais dinâmica”*.

Verificando algumas repostas dessa questão, 6 alunos expressaram como a MRP foi capaz de “melhorar o raciocínio”, de “ajudar a pensar”, de “refletirmos sobre o assunto”: *“Sim, acho que contribui para melhorar o **raciocínio**”*; *“Sim, eu gostei porque temos que ler um texto bem informativo e criar um raciocínio próprio, assim fixa mais a informação”*; *“Sim, ajuda no **raciocínio** e na pesquisa em busca de resposta.”*; *“Sim, pois desenvolve uma outra maneira de **pensar** a respeito do assunto abordado, não somente explicando o mesmo, mas procurando meios de solução”*; *“Sim, faz nós **refletirmos** sobre o assunto, não só raciocinar respostas e sim raciocinar sobre aquilo”*; *“Sim, porque faz com que a gente force nosso **raciocínio** a ser mais rápido e eficaz.”* (Grifos nossos).

Nessa linha de pensamento, Vasconcelos et al., (2007) atribui às atividades que utilizam a MRP uma função de “motor do ato de pensar”, considerando essas atividades didáticas essenciais para a promoção da aprendizagem dos alunos na educação científica. Dessa maneira, podendo melhorar a qualidade do ensino de Ciências.

Analisando a mesma questão, 3 alunos acreditam que o trabalho em grupo e o respeito a opiniões diferentes favoreceu o processo de ensino e aprendizagem: *“Sim, pois estimulou a busca em conjunto de um problema, usando diferentes pontos de vista e assim criando uma conclusão.”*; *“Sim, por ser trabalho em grupo e por testar minha habilidade de interpretação e leitura.”*; *“Sim, a dinâmica do grupo foi muito boa, boa compreensão do assunto, e de fácil entendimento.”*

Ainda analisando as respostas sobre a aceitação dos alunos em trabalhar com a MRP, um estudante afirmou que contextualizando um tema, partindo de um problema, a construção do conhecimento fica mais evidente: *“Sim, pois a partir de um problema dado torna-se mais fácil a compreensão, fixação e a geração do interesse sobre o que foi ou será estudado”*.

Farias (2005) explica que uma boa maneira de os alunos perceberem que a Química não existe apenas nas indústrias e laboratórios é utilizar os exemplos do cotidiano como ponto de partida para a abordagem dos conteúdos. Pensando dessa maneira, entendemos que a MRP é uma proposta pedagógica que permite fazer essa associação do cotidiano dos aprendizes com os conteúdos escolares. É preciso que os estudantes passem a entender as implicações das Ciências e da tecnologia na sociedade e no ambiente, associando o que se aprende dentro do espaço escolar com o seu dia a dia.

Conclusões

O objetivo desta pesquisa foi analisar a opinião de estudantes de um curso Técnico em Química referente à utilização da MRP, contextualizando a temática ambiental agrotóxicos. Assim sendo, o que se verificou foi um retorno positivo no que tange à aplicação da metodologia em questão junto a esse grupo de educandos, já que percebemos pela análise das respostas dadas ao questionário aplicado que a MRP promoveu mudanças na aprendizagem e estimulou a pesquisa por parte dos alunos. Além disso, o exame do questionário mostrou que a MRP possibilitou aos sujeitos da pesquisa um aperfeiçoamento acerca das habilidades de investigação, raciocínio, análise e classificação. Da mesma forma, ressaltamos a afirmação dos aprendizes em relação ao aporte que a MRP forneceu-lhes para que eles pudessem desenvolver a capacidade de resolver um problema proposto e, a partir disso, deliberarem sobre uma

situação-problema da vida real. Outrossim, cabe-nos destacar que todos os alunos foram favoráveis à aplicação da MRP em sala de aula devido aos benefícios para a aprendizagem que ela proporciona, aprimorando a habilidade de trabalharem em grupo, de ouvirem opiniões divergentes, respeitando-as para que juntos pudessem desenvolver uma resposta adequada à questão proposta. Acreditamos que as respostas concordantes, quase que em sua totalidade, relativas à aplicação da MRP por parte dos alunos, está relacionada a essa metodologia ser entendida como uma estratégia de ensino e aprendizagem que leva em consideração as particularidades concernentes à vivência e ao contexto dos alunos na proposição e no processo de RP. Dessa maneira, viabiliza uma maior aproximação dos problemas elaborados, particularmente nas aulas de Química, com a realidade dos educandos em seu cotidiano e com os problemas reais que os rodeiam.

Referências

- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio.** Brasília (DF), Secretaria de Educação Média e Tecnológica: MEC, 2002.
- BRASIL. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Brasília (DF), Secretaria de Educação Básica: MEC, 2006.
- FARIAS, R. F. **Química, Ensino e Cidadania: pequeno manual para professores e estudantes de prática de ensino.** São Paulo: Edições Inteligentes, 2005.
- GOI, M. E. J.; SANTOS, F. M. T. Reações de combustão e impacto ambiental por meio de resolução de problemas e atividades experimentais. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 203-209, ago. 2009.
- NUNES, A. S.; ADORNI, D. S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: ENCONTRO DIALÓGICO TRANSDISCIPLINAR, 2010, Vitória da Conquista, BA. **Anais...** Vitória da Conquista: UESB, 2010. p. 1-7.
- LIPMAN, M. **O Pensar na Educação.** Petrópolis: Vozes, 1995.
- LOBATO, A. C. **A abordagem do efeito estufa nos livros de química: uma análise crítica.** Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Educação - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- PERES, F; MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. 1 ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. 384p.
- RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. (Submetido). A metodologia da resolução de problemas no ensino técnico em Química: A temática ambiental agrotóxicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia.** (2019).
- SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Org). **Projeto de Ensino de Química e Sociedade: Química cidadã.** 2 ed. São Paulo: AJS, 2013.
- VASCONCELOS, C., *et al.* Estado da arte na resolução de problemas em Educação em Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 235-245, 2007.

APÊNDICE Q - Trabalho apresentado no 17° SIMPEQUI – Simpósio Brasileiro de Educação Química

Agrotóxicos e o ensino de Química: A importância da seletividade dessas substâncias químicas para a minimização dos impactos ambientais

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro

Instituto de Ciências Básicas da Saúde, PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS. E-mail: professordanielufrgs@hotmail.com.

Camila Greff Passos

Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS. E-mail: camila.passos@ufrgs.br.

Tania Denise Miskinis Salgado

Instituto de Ciências Básicas da Saúde, PPG em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS. E-mail: tania.salgado@ufrgs.br.

Resumo: O objetivo deste trabalho é relacionar o assunto da seletividade dos agrotóxicos com o ensino de Química, considerando as contribuições das pesquisas revisadas no nosso estudo exploratório sobre a temática ambiental agrotóxicos. A seleção do tema agrotóxicos deve-se ao fato de que o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo. Nesse sentido, é necessário que a educação ambiental seja vista como um instrumento que guie para uma conscientização dos cidadãos. Para a revisão bibliográfica, foi realizada consulta no sítio do Scielo, usando “agrotóxicos” como palavra de busca, associada à metodologia da análise de conteúdo. A análise dos artigos indicou a importância da seletividade dos agrotóxicos para que possam ser minimizados os impactos ambientais causados por eles.

Palavras-chave: Ensino de Química. Educação Ambiental. Agrotóxicos.

Introdução

O presente trabalho faz parte de uma revisão bibliográfica sobre agrotóxicos relacionada com o ensino de Química. Diante da complexidade desse tema ambiental, essa extensa revisão da literatura sobre o assunto já abordou diversos tópicos relacionados com agrotóxicos com publicações de trabalhos em congressos locais e internacionais (RIBEIRO et al., 2014, RIBEIRO et al., 2016), artigos em revistas (RIBEIRO et al., 2018a, RIBEIRO et al., 2019) e publicação de livro (RIBEIRO et al., 2018b).

Neste estudo, falaremos sobre a importância da seletividade dos agrotóxicos na agricultura para a minimização dos impactos ambientais que essas substâncias químicas podem causar no ambiente. Pela sua natureza tóxica, os agrotóxicos podem contaminar as diferentes matrizes ambientais, prejudicando a flora e a fauna e ocasionando desequilíbrio ambiental.

Dessa maneira, é indispensável a realização de testes de seletividade, a fim de se classificarem os compostos quanto ao efeito sobre as pragas nas lavouras e assim facilitar a tomada de decisão sobre qual produto utilizar em determinadas culturas agrícolas.

A seletividade dos agrotóxicos está diretamente relacionada ao controle químico e ao controle biológico nas lavouras. Para aprimorarmos o Manejo Integrado de Pragas (MIP), é necessário determinar a seletividade dessas pragas a alguns inseticidas, herbicidas e fungicidas utilizados em determinadas culturas. Considerando que no manejo fitossanitário em algumas lavouras, atualmente, preconiza-se a utilização de agrotóxicos, a avaliação da seletividade a agentes de controle biológico precisa ser considerada, mesmo porque o uso abusivo do controle químico pode acarretar a perda da eficiência sobre o alvo de controle, afetando agentes de controle biológico presentes no ambiente (LOUREIRO et al., 2002).

Nesse contexto, Pereira (2012) fala sobre a importância do conhecimento químico tanto na produção dos agrotóxicos como também na utilização adequada dessas substâncias químicas no combate a pragas na plantação de alimentos, pois o uso indiscriminado de pesticidas na produção agrícola pode causar profundos impactos sociais e ambientais.

Tendo em vista os conhecimentos de Educação Ambiental, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) instruem que estes sejam contemplados nos componentes curriculares das três grandes áreas, uma vez que a complexidade das questões ambientais supera as barreiras das disciplinas. Nas orientações para a Química, um dos componentes da área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, o destaque da temática de interesse deste trabalho (agrotóxicos) está incorporado à discussão acerca das propriedades da matéria e às interações do homem com a atmosfera (BRASIL, 1999).

Em 2006, foram difundidas pela Secretaria da Educação Básica do MEC as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, com a finalidade de expor um conjunto de reflexões sobre alternativas didático-pedagógicas para a organização do trabalho em sala de aula, objetivando atender às necessidades e às expectativas das escolas e dos docentes na organização do currículo para o ensino médio (BRASIL, 2006). Em relação ao estudo dos agrotóxicos, o documento recomenda a discussão sobre o seu uso e sua ação como poluente (BRASIL, 2006).

Em convergência às normatizações citadas anteriormente, existe um crescimento na proporção de aparição desse tema em relação aos livros didáticos de Química indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) nos últimos anos. Fernandes e Stuaní (2015) afirmam que apenas uma coleção das cinco coleções de livros didáticos aprovadas na avaliação do PNLD de 2012 aborda a questão dos agrotóxicos. Em nossa análise dos livros do PNLD de

2015, essa temática é abordada com uma frequência maior, pois das quatro coleções identificamos em três delas a aparição desse assunto (RIBEIRO et al., 2017).

Acreditamos que apenas o livro didático, por si só, não possa desenvolver a consciência ambiental dos educandos, tornando-os críticos, éticos e responsáveis em relação à problemática ambiental que aflige o nosso planeta. Dessa maneira, faz-se necessária a produção de materiais didáticos alternativos e variadas fontes de informação. Além disso, no ambiente escolar o professor exerce papel essencial nesse processo de desenvolvimento de consciência acerca da importância da sustentabilidade ambiental e socioambiental, relacionando ao estudo dos conteúdos escolares, necessitando de diferentes recursos didáticos e orientação constante para desenvolver ações com essas finalidades. Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é relacionar o assunto da seletividade dos agrotóxicos com o ensino de Química, considerando as contribuições das pesquisas revisadas no nosso estudo exploratório sobre a temática ambiental agrotóxicos.

Materiais e Métodos

Para realizarmos a nossa revisão bibliográfica, de forma a obtermos um quadro geral das pesquisas científicas sobre nossa temática de interesse, foi realizada uma identificação de artigos no sítio do SciELO – *Scientific Electronic Library Online* (revisão bibliográfica em todo banco de dados: <http://www.scielo.org>. Acesso em out. 2015), considerando que o mesmo permite o acesso a uma vasta e qualificada coleção dos principais periódicos científicos brasileiros. Para isso, realizamos a Análise Documental (MOREIRA, 2005) dos artigos localizados com a palavra-chave: agrotóxicos.

A partir desses pressupostos metodológicos, foram encontrados 270 artigos que, após refinamento durante a análise do título, palavras-chaves, resumo e em alguns casos a leitura integral do documento, totalizaram 233 trabalhos obtidos no banco de dados do SciELO. Para um melhor tratamento das informações, organizamos os dados de acordo com o contexto de cada artigo. Franco (2008) explica que, a partir de critérios de homogeneidade sobre o tema investigado, podemos nortear as ações da nossa pesquisa para obtermos entendimento mais significativo dos conteúdos analisados.

Nossa pesquisa mostrou que havia certas regularidades nos artigos científicos analisados no que tange aos assuntos tratados, o que permitiu categorizar os artigos e agrupá-los em oito categorias relacionadas com a temática ambiental agrotóxicos (RIBEIRO et al., 2016): Riscos à saúde; Contaminação e qualidade dos alimentos; Monitoramento de solos, águas e

sedimentos; Tecnologia de aplicação dos agrotóxicos; Minimização dos impactos ambientais; Seletividade dos agrotóxicos; Ecotoxicidade dos agrotóxicos e Legislação. Esse procedimento possibilitou uma leitura mais clara da forma como o tema agrotóxicos estava sendo abordado nos artigos considerados. Uma dessas categorias, a saber: Seletividade dos agrotóxicos, totalizou 13 trabalhos científicos (RIBEIRO et al., 2016) relacionados a esse tema, o que possibilitou a construção da revisão bibliográfica apresentada neste trabalho relacionada à importância da seletividade dos agrotóxicos na produção agrícola para a diminuição dos impactos ambientais que essas substâncias químicas podem causar no ambiente.

Resultados e Discussão

Frente aos riscos à saúde e ao ambiente causados pelo uso excessivo de agrotóxicos, é relevante que os livros didáticos e/ou materiais didáticos alternativos como trabalhos científicos apresentados em congressos e artigos em revistas da área das Ciências apresentem as soluções existentes para o tratamento das consequências advindas do uso de agrotóxicos no meio ambiente (RIBEIRO et al., 2017). Há estudos que têm a finalidade de planejar estratégias eficazes que permitam recuperar a biodiversidade de diferentes ecossistemas, produzindo dados confiáveis que possibilitarão a implementação de medidas adequadas para sua proteção e/ou recuperação (ARIAS et al., 2007).

Dessa maneira, faz-se necessário avaliar o impacto de diferentes agrotóxicos sobre os principais agentes de controle biológico visando classificar a sua seletividade (BUENO et al., 2013). Os mesmos autores explicam que existe uma grande variabilidade na seletividade dos agrotóxicos, dependendo do produto, espécie, dose e estágio de desenvolvimento do inimigo natural das plantações que está sendo avaliado (BUENO et al., 2013).

Os conhecimentos químicos são fundamentais para o estudo e a padronização da classificação de um produto como seletivo ou não, considerando a importância relativa das diferentes espécies de inimigos naturais presentes em cada sistema produtivo, na tentativa de fazer com que a característica da seletividade dos agrotóxicos seja mais considerada no momento da escolha do melhor produto para utilização na lavoura (BUENO et al., 2013).

Atualmente, na agricultura, os agrotóxicos são utilizados de maneira bastante intensa, objetivando equacionar os problemas advindos de pragas. Sabemos que esses produtos são de fácil aplicabilidade e apresentam resultados rápidos, contudo o seu emprego constante e, muitas vezes de maneira errônea, tem causado consequências negativas para o homem, animais e meio ambiente.

Acreditamos que o controle biológico no agrossistema é imprescindível para que o MIP seja bem-sucedido. Mesmo assim, ainda se faz necessário o controle químico de pragas em diversas culturas. Dessa maneira, a seletividade de agrotóxicos aos elementos naturais nocivos a essas culturas precisa ser analisada na eleição do melhor produto a ser utilizado, pois quando se utilizam agrotóxicos seletivos recomendados são preconizadas ações que têm como objetivo conservar os inimigos naturais que controlam eficazmente as pragas. De acordo com Kovalski et al., (2000), é possível que, após algumas safras com menor volume de aplicações de agrotóxicos, as áreas de Produção Integrada da Maçã (PIM) possam exibir populações maiores de organismos benéficos, auxiliando o controle biológico.

Estudos têm sido realizados com o intuito de mostrar que a seletividade de agrotóxicos é benéfica às culturas plantadas. Um desses estudos, realizado por Manzoni et al., (2006), afirma que a safra da maçã, cujas principais áreas de cultivo encontram-se nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul e detêm aproximadamente 96% da produção nacional (IBGE, 2005), aponta que a produção tem sido prejudicada a cada colheita pela ação de insetos-praga, com evidência para os torricídeos *Bonagota cranaodes* e *Grapholita molesta* (BOTTON, NAKANO e KOVALESKI, 2000).

Segundo os estudiosos, o manejo para o monitoramento desses insetos é muito dificultado, pelo fato de seus hábitos e comportamento serem diversificados. Por exemplo, as lagartas de *B. cranaodes* refugiam-se em cartuchos formados por folhas ou no cálice de frutos, ao passo que as lagartas de *G. molesta* alojam-se dentro dos ponteiros ou frutos. O controle geralmente é realizado por intermédio de inúmeras aplicações de inseticidas de amplo espectro, com predominância dos organofosforados (BOTTON et al., 2005). Além do mais, de acordo com os pesquisadores, são realizadas aplicações de outros agrotóxicos, basicamente fungicidas, acaricidas e herbicidas, os quais podem interferir de maneira negativa sobre os agentes de controle biológico desses insetos-praga.

Outro estudo feito por Castilhos et al., (2011) está relacionado à seletividade de agrotóxicos utilizados em pomares de pêssego. De acordo com os pesquisadores, a cultura do pessegueiro tem grande importância para o Estado do Rio Grande do Sul, que produz por ano 129.000 toneladas de pêssego, cerca de 54% da produção nacional. No entanto, a ocorrência de insetos-praga, basicamente mosca-das-frutas *Anastrepha fraterculus* e mariposa oriental *Grapholita molesta*, restringem a geração de pêssegos (BOTTON et al., 2005). Isso faz com que o Rio Grande do Sul tenha rendimentos médios inferiores quando se comparam a outros estados.

Embora haja avanços com o sistema de Produção Integrada de Pêssego (PIP), o qual privilegia o emprego de técnicas de controle prescritas no MIP, como o uso de métodos naturais e realização de monitoramento (NTEPIP, 2009), a pulverização por calendário de inseticidas de amplo espectro de ação ainda se constitui na medida de controle mais utilizada pelos produtores de pêssego. Esse tipo de ação ocasiona, entre outros problemas, o aparecimento de pragas secundárias, tais como pulgões, ácaros e cochonilhas, em função da eliminação dos inimigos naturais, acarretando desequilíbrio ecológico (BOTTON et al., 2005).

Outra pesquisa que evidencia a relevância da adoção da seletividade de inseticidas é o estudo realizado por Rocha et al. (2011). Esses pesquisadores afirmam que, no Brasil, a cultura cafeeira tem sido atingida por diferentes espécies de cochonilhas. As cochonilhas-brancas *Planococcus citri* e *Planococcus minor* e a cochonilha-branca-de-cauda-longa *Pseudococcus longispinus* são as cochonilhas-farinhentas mais comuns no que diz respeito à parte aérea dos cafeeiros. Suas ninfas ou fêmeas adultas absorvem a seiva nas rosetas, o que ocasiona o chochamento e a queda de botões florais e frutos que ainda estão em desenvolvimento. (SANTA-CECÍLIA et al., 2007).

Segundo esses estudiosos, o controle das pragas citadas vem sendo feito de diferentes maneiras e, nos últimos anos, técnicas de controle preconizadas no MIP têm sido bastante utilizadas nessa cultura, com ênfase em sistemas de Produção Integrada de Café (PIC), que se encontra em fase de implantação no território nacional (ANDRIGUETO e KOSOSKI, 2002; RAIJ, 2003; BOLLER et al., 2004). Dessa maneira, acredita-se que, entre outras práticas de proteção ao meio ambiente, a diminuição no uso de produtos fitossanitários e o aumento do emprego de outras técnicas para o controle de pragas devem ser utilizados, tendo em vista a obtenção de produtos de melhor qualidade. Assim, incentiva-se a utilização de inimigos naturais, como predadores e ou parasitoides.

Já que a utilização de agrotóxicos ainda é o método de controle de pragas mais utilizado em diversas culturas, é imprescindível o uso de produtos que sejam seletivos aos insetos benéficos, dentre os quais se incluem os inimigos naturais das pragas. Para que isso ocorra, é primordial a realização de testes de seletividade, com o objetivo de serem classificados os compostos quanto ao efeito sobre esses insetos e, dessa maneira, facilitar a tomada de decisão a respeito de qual produto utilizar.

Percebemos a complexidade que existe para entender como os agrotóxicos podem agir e poluir o meio ambiente, mas é fundamental que os alunos da Educação Básica, especialmente os estudantes do ensino médio, compreendam e percebam o grande potencial de contaminação das diferentes matrizes ambientais que os agrotóxicos possuem. Os PCN+, denominados como

Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais sugerem, quanto aos agrotóxicos, que o trabalho esteja associado à competência: representação e comunicação, como a leitura e interpretação de textos científicos, de jornais e de outros meios de comunicação sobre a utilização de agrotóxicos e outros tipos de poluentes (BRASIL, 2002).

Conclusões

O objetivo do presente trabalho foi relacionar o assunto da seletividade dos agrotóxicos com o ensino de Química, considerando as contribuições das pesquisas revisadas no nosso estudo exploratório sobre a temática ambiental agrotóxicos. O que se pôde perceber nos artigos considerados nessa revisão bibliográfica, foi que a Química está diretamente relacionada com o uso correto dos agrotóxicos na agricultura. O uso dessas substâncias químicas sem a consciência de sua ação sobre os inimigos naturais pode gerar graves problemas em diversas culturas. A escolha de produtos seletivos é primordial com o intuito de minimizar os efeitos prejudiciais no que tange à fauna e a manter o equilíbrio biológico no agrossistema.

Devido a essa problemática ambiental, causada pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, é que a escola tem um papel fundamental na divulgação e conscientização dos perigos ocasionados por essas substâncias químicas nas lavouras, desenvolvendo no educando um pensamento crítico e reflexivo sobre essa temática. Nesse contexto, um dos maiores objetivos do ensino de Química na educação básica, principalmente no ensino médio, é aproximar essa disciplina escolar à realidade dos educandos. Como já vimos neste trabalho, cada vez mais, há livros didáticos que abordam a questão dos agrotóxicos, constatação que pode levar os docentes de Química a trabalharem essa problemática, levando o aluno a refletir sobre as graves consequências dessas substâncias químicas para o meio ambiente. Além disso, por intermédio da criação de materiais didáticos e fontes variadas de informação, o professor deve fazer com que o aluno perceba a importância da seletividade dos agrotóxicos com o objetivo de minimizar os impactos ambientais que esses produtos químicos podem gerar ao meio ambiente e à saúde humana. Outrossim, mostrar aos aprendizes que existem outras formas menos agressivas de cultivo, tais como MIP, técnicas alternativas para a diminuição do uso dos agrotóxicos.

Referências

ANDRIGUETO, J.R.; KOSOSKI, A.R. **Marco legal da produção integrada de frutas no Brasil**. Brasília: MAPA/SARC, 2002. 60p.

ARIAS, A. R. L. et al. Utilização de bioindicadores na avaliação de impacto e no monitoramento da contaminação de rios e córregos por agrotóxicos. **Ciências e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 61-72, 2007.

BOLLER, E.F. et al. **Integrated production: principles and technical guidelines**. 3.ed. Wädenswil: IOBC/WPRS/OILB/SROP, 2004. 54p.

BOTTON, M.; NAKANO, O.; KOVALESKI, A. Exigências térmicas e estimativa do número de gerações de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) em regiões produtoras de maçã do Sul do Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p.633- 637, 2000.

BOTTON, M.; ARIOLI, C.J.; MASCARO, F.A. Manejo de pragas na cultura do pessegueiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA E CLIMA TEMPERADO, 8., 2005. Fraiburgo. **Anais...** Fraiburgo: EPAGRI, v.1, p 155-159, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**, volume 2, 2006.

CASTILHOS, R. V. et al. Seletividade de agrotóxicos utilizados em pomares de pêssigo a adultos do predador *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 73-80, 2011.

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

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 3. Ed. Brasília: Líber Livro, 2008. 80p.

IBGE. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil: janeiro 2005. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, v.17, p.1-62, 2005. Disponível em <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola>. Acesso em: 19 jun. 2019.

KOVALESKI, A. et al. Resultados de pesquisa da produção integrada da maçã (PIM). In: **Embrapa Uva E Vinho**, 2, p.87-94, 2000.

KOVALESKI, A. Pragas. In: KOVALESKI, A. (Ed.). **Maçã: fitossanidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p.10-33, 2004.

LOUREIRO, E. S. et al. Efeito de produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e crisântemo sobre fungos entomopatogênicos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.30, p.263-269, 2002.

MANZONI, C. G. Seletividade de agrotóxicos usados na produção integrada de maçã para adultos de *Trichogramma pretiosum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1461-1467, 2006

MOREIRA, S. V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, p. 269-279, 2005.

NTEPIP. **Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de *Prunus* spp.**

Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-37-2008_76973.html. Acesso em: 19 jun. 2019.

PEREIRA, M. C. B. Revolução Verde. In: CALDART, R. S.; PEREIRA, I. P.; ALENTEJANO, P.; FRIGOTTO, G. (Org.) **Dicionário da Educação do Campo**. Rio de Janeiro; São Paulo: Escola Politécnica de Saúde JV e Expressão Popular, p. 685-689, 2012.

RAIJ, B.V. Produção integrada de café – PIC. **O Agrônomo**, v.55, n.2, p.14-15, 2003.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SIRTORI, C. Os impactos ambientais causados por Agrotóxicos: A necessidade de se conhecer a Ecotoxicidade desses poluentes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL TOXICIDADE AMBIENTAL, 2016. **Anais...** Canoas, p. 127-132, 2014.

RIBEIRO, D. C. A. et al. Educação Ambiental e Agrotóxicos: Definição, Legislação, Impactos Ambientais e Monitoramento. In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 36, 2016, Pelotas. **Anais...** PELOTAS: IFSul-Riograndense, UFPel, 2016b. p. 509-517. Disponível em: <<http://36edeq.edeq.com.br/anais.html>>. Acesso em: 11 jun. 2019.

RIBEIRO, D. C. A. et al. (submetido). Agrotóxicos: uma análise reflexiva dessa temática nos livros didáticos de química indicados pelo programa nacional do livro didático (PNLD) 2015. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 2017.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G; SALGADO, T. D. M. Método de resolução de problemas no ensino médio: uma proposta interdisciplinar abordando o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, Confresa, v. 3, n. 2, p. 643-664, 2018a.

RIBEIRO, D. C. A. et al. **A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2018b, 161p.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G; SALGADO, T. D. M. A metodologia da resolução de problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019.

ROCHA, L. C. D. et al . Seletividade de inseticidas utilizados em cultura cafeeira para larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 939-946, 2011.

SANTA-CECÍLIA, L.V.C. et al. **Cochonilhas-farinhas em cafeeiros: bioecologia, danos e métodos de controle**. Belo Horizonte: Epamig, 2007. 48p.

APÊNDICE R - Trabalho apresentado no 39º EDEQ – Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

A Química dos agrotóxicos: Os problemas ambientais e de saúde que essas substâncias químicas podem causar

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro^{1*} (PG), Camila Greff Passos^{1,2} (PQ), Tania Denise Miskinis Salgado^{1,2} (PQ).

* professordanielufrgs@hotmail.com

1- Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rua Ramiro Barcelos, 2600, CEP 90035-003. Porto Alegre, RS.

2- Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS.

Palavras-Chave: Educação ambiental, agrotóxicos, ensino de química.

Área Temática: Educação ambiental.

RESUMO: Este trabalho visa apresentar parte de um estudo exploratório realizado em periódicos brasileiros sobre o tema agrotóxicos, a fim de identificar contribuições teóricas sobre os problemas ambientais e de saúde que essas substâncias químicas podem causar. A seleção do tema agrotóxicos deve-se ao fato de que o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo e pela razão de essa temática ambiental estar presente de maneira expressiva nos livros didáticos de Química. Para a revisão bibliográfica, foi realizada consulta no sítio do Scielo, usando “agrotóxicos” como palavra de busca associada à metodologia da análise documental. A variedade de periódicos e a análise dos artigos indicaram a importância da temática agrotóxicos na educação ambiental, principalmente relacionada com os riscos à saúde causados por essas substâncias químicas.

A QUÍMICA DOS AGROTÓXICOS

Neste trabalho, apresentaremos parte de uma revisão bibliográfica sobre a temática ambiental agrotóxicos, algumas estruturas químicas, princípios ativos, grau de toxicidade e problemas ambientais, entre eles os de saúde humana e animal que essas substâncias químicas podem causar, principalmente devido à sua natureza tóxica.

Sabemos que com o permanente crescimento da população mundial a produção de produtos agrícolas precisa tornar-se cada vez mais eficiente a cada ano. Assim sendo, também cresce a fabricação e a comercialização de fertilizantes e agrotóxicos, uma vez que esses são responsáveis pelo aumento da geração de alimentos e, conseqüentemente, pela expansão populacional.

Com o aumento de campos cultivados, esses acabam se tornando um manancial de alimento para uma diversidade de insetos e roedores, assim como são atacados por fungos, plantas daninhas e bactérias. Essas espécies acabam se multiplicando vertiginosamente, já que existe uma enorme quantidade de alimento e passam a afetar o bem-estar das pessoas, sendo, desse modo, consideradas pragas.

O vocábulo agrotóxico abrange inseticidas (controle de insetos), fungicidas (controle de fungos), herbicidas (combate às plantas invasoras), fumigantes (combate às bactérias do solo), algicida (combate a algas), avicidas (combate a aves),

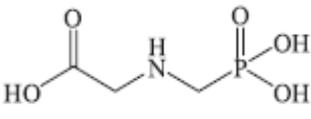
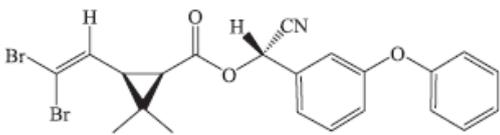
nematicidas (combate aos nematoides), acaricidas (combate aos ácaros), afora os reguladores de crescimento, desfoliantes (PERES; MOREIRA, 2003).

Sendo tóxicos de uma forma geral, independentemente de qual composto é utilizado na sua formulação, os agrotóxicos podem ser mais ou menos danosos à saúde humana e ao meio ambiente.

A utilização desses pesticidas causa a contaminação do solo, de lençóis freáticos e de rios e lagos. Dessa maneira, quando um agrotóxico é empregado, ele chega ao solo e a chuva, ou caso haja sistema de irrigação da plantação, facilita a contaminação dos corpos de água, poluindo-os e intoxicando a vida ali existente.

Exemplo concreto de como esse tipo de produto tóxico atua pode ser observado em inseticidas, como os organoclorados e organofosforados. Ambos são bioacumulativos, o que quer dizer que o composto permanece no corpo do inseto ou de um peixe após sua morte. Dessa maneira, se algum outro animal se alimentar de um ser contaminado, esse também se contaminará e, assim, sucessivamente, alargando o horizonte do problema. O quadro 1 mostra-nos os ingredientes ativos de dois agrotóxicos muito utilizados nas lavouras brasileiras.

Quadro 1: Ingrediente ativos de agrotóxicos

Princípios ativos de agrotóxicos	GLIFOSATO	DELTAMETRINA
Fórmula estrutural		
Nome químico (IUPAC)	N- (fosfometil) glicina	(1R, 3R) – 3- (2,2-dibromovinil) -2-2 dimetilciclopropanocarboxilato de (S)-ciano3-fenoxi benzeno
Fórmula molecular	C ₃ H ₈ NO ₅ P	C ₂₂ H ₁₉ Br ₂ NO ₃
Grupo químico	Glicina substituída	Piretroide
Classe	Herbicida	Inseticida
Funções orgânicas	Ácido carboxílico, amina	Éster, éter, haleto orgânico, nitrila
Culturas onde é utilizado	Algodão, ameixa, arroz, banana, cacau, café, cana-de-açúcar, citros, coco, feijão, fumo, maçã, mamão, milho, nectarina, pastagens, pera, pêssego, soja, trigo, uva.	Abacaxi, algodão, alho, ameixa, amendoim, arroz, batata, berinjela, brócolis, cacau, café, caju, cebola, citros, couve-flor, crisântemo, eucalipto, feijão, feijão-vagem, figo, fumo, gladiolo, maçã, melancia, melão, milho, pastagem, pepino, pêssego, pimentão, repolho, seringueira, soja, sorgo, tomate, trigo.
Classificação toxicológica	IV – pouco tóxico	III – medianamente tóxico

Fonte: Ribeiro (2018)

De acordo com a sua toxicidade, os agrotóxicos podem ser classificados em quatro categorias, tendo em vista os riscos que eles podem causar ao homem. Essa classificação está relacionada ao resultado dos testes e pesquisas realizados em laboratórios, que visam estabelecer a dosagem letal 50% (DL₅₀), que é a quantidade de substância que se faz necessária para matar 50% dos animais testados nas condições experimentais aplicadas.

Avaliando que a capacidade de determinada substância acarretar a morte ou alguma consequência sobre os animais depende da sua concentração no corpo do indivíduo, a quantia letal é expressa em miligrama da substância por quilograma da massa corporal. A toxicidade de uma substância pode oscilar conforme a maneira de administração. Para que melhor se identifique sua toxicidade, os rótulos dos produtos são identificados através de faixas coloridas, segundo nos mostra o Quadro 2.

Quadro 2: Grau de toxicidade dos agrotóxicos

Classe toxicológica	Toxicidade	DL₅₀ (mg/Kg)	Faixa colorida
I	Extremamente tóxico	≤ 5	Vermelha
II	Altamente tóxico	Entre 5 e 50	Amarela
III	Medianamente tóxico	Entre 50 e 500	Azul
IV	Pouco tóxico	Entre 500 e 5.000	Verde

Fonte: Peres e Moreira (2003)

Em conformidade com a Organização Mundial de Saúde (OMS), as intoxicações agudas por agrotóxicos são da ordem de 3 milhões anuais, com 2,1 milhões de casos apenas nos países em desenvolvimento. O número de mortes atinge 20.000 em todo mundo, com 14 mil nas nações do terceiro mundo. Entretanto, os especialistas creem que as estatísticas verdadeiras devem ser ainda maiores devido à falta de documentação acerca das intoxicações subagudas, causadas por exposição moderada ou pequena a produtos de alta toxicidade, de aparecimento lento e sintomatologia subjetiva, e intoxicações crônicas, que requerem meses ou anos de exposição, e tardiamente apresentam prejuízos como neoplasias (UFRRJ, 2019).

Diante dessa problemática ambiental que o uso dos agrotóxicos pode acarretar no ambiente e na saúde dos seres vivos, o objetivo deste trabalho é apresentar as contribuições das pesquisas revisadas no nosso estudo exploratório sobre a temática ambiental agrotóxicos, principalmente sobre os problemas de saúde que essas substâncias químicas podem ocasionar.

PERCURSO METODOLÓGICO

Para atingirmos o objetivo do presente trabalho, realizamos um refinamento da nossa revisão bibliográfica em todo o banco de dados do SciELO (*Scientific Electronic Library Online*) até outubro de 2015 (RIBEIRO *et al.*, 2016). Optou-se pelo uso de uma base de dados *on line*, de modo que o professor interessado possa aprofundar-se no tema por meio da leitura dos artigos aqui referenciados. O objetivo desta nova Análise Documental (MOREIRA, 2005) foi identificar as contribuições citadas nos 233 artigos analisados (RIBEIRO *et al.*, 2016), sobre os problemas ambientais, entre eles os de saúde humana e animal que os agrotóxicos podem acarretar.

OS PROBLEMAS AMBIENTAIS E DE SAÚDE QUE OS AGROTÓXICOS PODEM CAUSAR

O uso de agrotóxicos auxilia para o empobrecimento do solo. Fox *et al.* (2007) afirmam que algumas pesquisas alertam para a utilização de pesticidas, mostrando que esse uso reduz a eficiência da fixação de nitrogênio realizada por microorganismos, fazendo com que o emprego de fertilizantes torne-se cada vez mais imprescindível.

Da mesma maneira, os agrotóxicos contribuem para o surgimento de pragas gradativamente mais fortes, por intermédio de um processo de “seleção natural”, em que os animais mais resistentes aos agrotóxicos apoderam-se do lugar de espécies mais suscetíveis. Esse sistema acaba por assegurar a manutenção da produção de agrotóxicos. Há várias outras consequências percebidas pelo uso de pesticidas, tais como a diminuição de abelhas polinizadoras e a destruição do habitat de pássaros.

Além de afetar o meio ambiente, o uso de agrotóxicos prejudica também a saúde humana. Isso ocorre de três maneiras: durante a sua fabricação, no momento da aplicação e ao se consumir um produto contaminado.

O Mal de Alzheimer, problema neurológico, está associado à exposição a inseticidas organofosforados, bem como ao desenvolvimento de transtorno de déficit de atenção com hiperatividade em crianças. Esse composto também é considerado possível carcinogênico pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) (EPA, 2019).

Segundo a EPA, o efeito do pesticida depende do princípio ativo nele existente. Os sintomas podem variar, desde irritação da pele, até problemas hormonais e o desenvolvimento de câncer. Bassil *et al.* (2007) relatam que estudiosos descobriram em 2007, depois de realizarem uma investigação, que a maioria das pesquisas revela a associação entre a exposição a agrotóxicos e o desenvolvimento de linfoma não-Hodgkin e leucemia.

Jurewicz e Hanke (2008) explicam que o risco para as mulheres grávidas em contato com os pesticidas é dobrado. Alguns pesquisadores alertam para as fortes evidências a problemas durante a gestação, assim como a morte de fetos, defeitos de nascença, problemas de desenvolvimento neurológico, diminuição do tempo de gestação e pouco peso do bebê.

Cremonese *et al.* (2012) afirmam que substâncias organocloradas e os piretroides possuem a capacidade de modificar o equilíbrio e a função do sistema endócrino. Essas substâncias são chamadas de desreguladores endócrinos e podem afetar o crescimento dos órgãos e tecidos durante o período pré-natal, impedindo ou

imitando a ação dos hormônios endógenos, deixando os períodos fetal e neonatal suscetíveis aos efeitos tóxicos desses xenobióticos⁶².

Com base nessas informações, os autores declaram que a exposição humana a certos grupos de agrotóxicos está relacionada a ocorrências prejudiciais à gravidez. Por isso, alguns estudos epidemiológicos apontam a exposição crônica de mulheres a agrotóxicos, particularmente no decorrer do período gestacional, como elemento preponderante de risco para a prematuridade, baixo peso ao nascer, peso reduzido para a idade gestacional, retardo do crescimento intrauterino, da altura e do perímetro cefálico do neonato, e até mesmo morte fetal (CREMONESE *et al.*, 2012).

Não só o corpo feminino é afetado pelos agrotóxicos no que tange à concepção humana, também o corpo do homem é prejudicado, causando um significativo aumento da incidência de infertilidade masculina. De acordo com Queiroz e Waissmann (2006), parte desse problema pode estar relacionada à ação de substâncias tóxicas sintéticas sobre o sistema endócrino, sendo que muitas delas são utilizadas em processos laborais. Em seu trabalho, os autores procederam à revisão crítica da literatura especializada acerca de fatores químicos de origem laboral capazes de provocar infertilidade masculina. Entre os principais desreguladores endócrinos que podem levar à infertilidade masculina evidenciam-se os agrotóxicos, como o DDT, linuron e outros; metais pesados como mercúrio, chumbo, cádmio e cobre. Além desses, substâncias que possuem diversas utilidades ou que correspondem a resíduos de processos industriais, tais como dioxinas, bifenilas policloradas, dibromoetileno, ftalatos, PVC e etanol. Essas substâncias causam sobre o aparelho reprodutor masculino disfunção gonadal⁶³ e malformação congênita (QUEIROZ; WAISSMANN, 2006).

Em relação ao uso de agrotóxicos por agricultores, Soares e Porto (2011) asseguram que dentre os fatores que aumentam as chances de intoxicação estão: o agricultor não ser auxiliado pelo agrônomo no instante da aquisição do agrotóxico, a não utilização do receituário agrônômico e o uso de substâncias menos tóxicas à saúde humana.

Para esses estudiosos, quando um vendedor indica um agrotóxico, isso pode ser um fator de risco, uma vez que há uma tentativa de vender uma quantidade maior do produto, sinalizando condições inadequadas de uso. Esse tipo de situação mostra a falta de assistência técnica como um problema e, geralmente, pequenos produtores que utilizam agrotóxicos têm menor assistência em relação aos produtores maiores (SOARES; PORTO, 2011).

Segundo Faria (2012), os problemas na execução de um Programa de Segurança e Saúde no Trabalho são vários, incluindo a escassez de técnicos com formação na área de saúde ocupacional atuando em área rural. Constantemente, as orientações técnicas de proteção no trabalho com agrotóxicos são restritas ao uso genérico de Equipamentos de proteção individuais (EPIs), sem avaliação da situação de risco. Há algumas dificuldades que devem ser ressaltadas, como por exemplo, as orientações de lavar-se logo após terminar os trabalhos envolvendo contato direto com agrotóxicos ou lavar as roupas contaminadas, antes de uma nova utilização são consensuais como medidas de proteção entre pesquisadores, técnicos e trabalhadores rurais. No entanto, em algumas circunstâncias, a exposição química acontece em locais de trabalho sem disponibilidade de água potável para higiene

⁶² Compostos químicos estranhos a um organismo ou sistema biológico. Pode ser encontrado num organismo, mas não é normalmente produzido ou esperado existir nesse organismo.

⁶³ A disfunção gonadal é um problema no funcionamento das gônadas, que são as glândulas dos aparelhos reprodutivos, os ovários nas mulheres e os testículos nos homens.

corporal. A questão é particularmente crítica em regiões brasileiras em que há escassez de água durante boa parte do ano. Ou seja, nessas situações, o problema de higiene ultrapassa o risco químico no trabalho e torna-se uma questão sanitária de solução mais abrangente.

O quadro 3 esclarece-nos como a aplicação errônea de agrotóxicos pode ocasionar consequências agudas e crônicas nos organismos vivos.

Quadro 3: Sintomas de intoxicação aguda e crônica pela exposição aos agrotóxicos.

Classificação	Sintomas de intoxicação aguda	Sintomas de intoxicação crônica
INSETICIDAS	Fraqueza, cólica abdominal, vômito, espasmos musculares, convulsão, náusea, contrações musculares involuntárias, irritação das conjuntivas, espirros, excitação.	Efeitos neurológicos retardados, alterações cromossomais, dermatites de contato, arritmias cardíacas, lesões renais, neuropatias periféricas, alergias, asma brônquica, irritação das mucosas, hipersensibilidade.
FUNGICIDAS	Tonteira, vômito, tremores musculares, dor de cabeça, dificuldade respiratória, hipertermia, convulsão.	Alergias respiratórias, dermatites, doença de Parkinson, cânceres, teratogênese, cloroacnes.
HERBICIDAS	Perda de apetite, enjoo, vômito, fasciculação muscular, sangramento nasal, fraqueza, desmaio, conjuntivites.	Indução da produção de enzimas hepáticas, cânceres, teratogênese, lesões hepáticas, dermatites de contato, fibrose pulmonar.

Fonte: Peres e Moreira (2003)

Como se pode perceber, a ação dos agrotóxicos sobre a saúde humana é bastante danosa, muitas vezes fatal, provocando desde náuseas, tonteadas, dores de cabeça ou alergias até lesões renais e hepáticas, cânceres, alterações genéticas, doença de Parkinson etc. Essa ação pode ser observada logo após o contato com o produto (os chamados efeitos agudos) ou após semanas/anos (são os efeitos crônicos) que, neste caso, muitas vezes exigem exames sofisticados para a sua identificação (FARIA, 2012).

Cabe salientar que sintomas não muito específicos, tais como dor de cabeça, vertigens, falta de apetite, falta de forças, nervosismo, dificuldade para dormir, presentes em várias enfermidades, normalmente são as únicas manifestações da intoxicação por agrotóxicos, motivo pelo qual dificilmente se estabelece essa suspeita diagnóstica. A presença dessa sintomatologia em indivíduos com histórico de exposição a agrotóxicos deve levar à investigação diagnóstica de intoxicação. Ressalta-se, também, que enfermidades podem ter outras causas, além dos produtos envolvidos. Por isso um tratamento errôneo pode piorar as condições de saúde do indivíduo envolvido.

Além de afetar a saúde humana e o meio ambiente, os produtos químicos também trazem sérias consequências aos animais. Estudos epidemiológicos destacam que carbamatos são os principais agentes responsáveis pelo envenenamento de animais domésticos como cães e gatos. WANG *et al.* (2007)

divulgaram estudos em que carbamatos foram indicados como sendo a principal causa de intoxicação aguda, acidental ou não. De acordo com os estudiosos, esse fato está relacionado a três fatores: 1) alta toxicidade de alguns compostos, principalmente o aldicarb (Temik®), um agente anticolinesterásico (carbamato) comercializado de forma clandestina e usado ilegalmente como raticida doméstico, 2) facilidade de aquisição de produtos registrados para uso agrícola, contendo essas substâncias e 3) fiscalização ainda ineficiente da comercialização dos agrotóxicos. Atualmente, em grande parte do Brasil, o diagnóstico da intoxicação por carbamatos, warfarina, estricnina e fluoroacetato de sódio é baseado, principalmente, na história de exposição ou ingestão e nos sinais clínicos (ASSIS *et al.*, 2009).

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Por intermédio de nosso estudo exploratório efetuado em periódicos brasileiros acerca do tema agrotóxicos, verificamos que os artigos analisados trouxeram-nos contribuições contundentes a respeito dos malefícios ocasionados ao meio ambiente, à saúde humana e aos animais por essas substâncias químicas. Assim sendo, deveria haver uma maior efetividade das normas de controle ao uso dessas substâncias, assim como profissionais da área de saúde pública poderiam ter um melhor treinamento para identificar e tratar casos de intoxicação por agrotóxicos.

Relacionado com o ensino de Química, devido a problemática ambiental, causada pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, é que a escola tem um papel fundamental na divulgação e conscientização dos perigos ocasionados por essas substâncias químicas nas lavouras, desenvolvendo no educando um pensamento crítico e reflexivo sobre essa temática. Da mesma maneira, o governo tem o dever de pressionar os fabricantes desses produtos tóxicos a utilizarem substâncias menos danosas, assim como incentivar os agricultores a adotar um modelo de agricultura sustentável.

REFERÊNCIAS

ASSIS, H.C.S. et al. Perfil das intoxicações apresentadas por cães e gatos em Curitiba, Paraná. **Revista do Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v.15, n.47, p.22-28, 2009.

BAIRD, C. **Chemistry in your life**. 2. ed. New York: W. H. Freeman, 2006.

BASSIL K. L. et al. Cancer health effects of pesticides: systematic review. **Canadian Family Physician**, v. 10, n. 53, p. 1704-1711, 2007.

CREMONESE, C. et al. Exposição a agrotóxicos e eventos adversos na gravidez no Sul do Brasil, 1996-2000. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 7, Jul. 2012.

EPA. **US Environmental Protection Agency**. Pesticide reregistration status for organophosphates. Disponível em: <www.epa.gov/pesticides/reregistration/statusop.htm>. Acesso em: Jul. 2019.

FARIA, N. M. X. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: prioridades para uma agenda de pesquisa e ação. **Revista Brasileira de Saúde ocupacional**, São Paulo, v. 37, n.125, Jun. 2012.

FOX, J. E., et al. Pesticides reduce symbiotic efficiency of nitrogen-fixing rhizobia and host plants. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, USA, v. 104, n. 24, p. 10282–10287, 2007.

JUREWICZ, J.; HANKE W. Prenatal and childhood exposure to pesticides and neurobehavioral development: review of epidemiological studies. **International Journal Occupational Medicine and Environmental Health**, v.2, n. 21, p. 121-132, 2008.

MOREIRA, S. V. Análise documental como método e como técnica. In: DUARTE, Jorge; BARROS, Antonio (Org.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. São Paulo: Atlas, 2005. p. 269-279.

PERES, F e MOREIRA, J. C. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003.

QUEIROZ, E. K. R.; WAISSMANN, W. Occupational exposure and effects on the male reproductive system. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro , v. 22, n. 3, Mar. 2006.

RIBEIRO, D. C. A. et al. Educação Ambiental e Agrotóxicos: Definição, Legislação, Impactos Ambientais e Monitoramento. In: EDEQ - ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA, 36., 2016, Pelotas. **Anais... PELOTAS: IFSul-Riograndense, UFPel**, 2016. p. 509-517. Disponível em: <<http://36edeq.edeq.com.br/anais.html>>. Acesso em: Jul. 2019.

RIBEIRO, D. C. A. **A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2018, 161p.

SOARES, W. L.; PORTO, M. F. S. Uso de agrotóxicos e impactos econômicos sobre a saúde. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 46, n. 2, Abr. 2012.

UFRRJ. **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/vene5.htm>>. Acesso em: Jul. 2019.

WANG, Y. et al. Pesticide poisoning in domestic animals and livestock in Austria: a 6 years retrospective study. **Forensic Science International**, v.169, n. 2-3, p.157-160, 2007.

APÊNDICE S - Trabalho apresentado no 5º SSS - Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis

HORTA ESCOLAR: UMA ALTERNATIVA INTERDISCIPLINAR PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS SEM AGROTÓXICOS

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro¹, Camila Greff Passos², Tania Denise Miskinis Salgado³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: professordanielufrgs@hotmail.com;

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: camila.passos@ufrgs.br; ³Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: tania.salgado@ufrgs.br.

Palavras-chave: Horta Escolar, Educação Ambiental, Sistema Sustentável

Resumo

A Educação Ambiental é uma área do ensino que está relacionada à conscientização dos seres humanos acerca dos problemas ambientais e como ajudar a enfrentá-los. Para tal, deve-se preservar as reservas naturais e não poluir o meio ambiente. Percebemos, dessa forma, que a Educação Ambiental é fundamental para que se possibilite o desenvolvimento sustentável da sociedade. Nessa perspectiva, a Educação Ambiental objetiva a formação de cidadãos conscientes e críticos, evidenciando atividades que minimizem a visão fragmentada de ser humano e natureza que ainda é recorrente em nossa sociedade. Pensando dessa maneira, acreditamos que a criação de uma horta escolar oportuniza o trabalho coletivo, interdisciplinar, além de privilegiar a promoção da saúde, permitindo que os educandos tenham um controle maior acerca da sua própria qualidade de vida, adotando hábitos alimentares saudáveis com o consumo de alimentos sem agrotóxicos. Outrossim, essas atitudes certamente serão levadas para suas casas, influenciando seus familiares, podendo promover mudanças de hábitos fora da escola. A importância de uma alimentação equilibrada e balanceada está relacionada ao bom desenvolvimento físico, psíquico e social dos educandos, principalmente de crianças e adolescentes. Por isso, acreditamos que a escola, por intermédio da horta escolar, é o local onde melhor se pode promover a saúde através de uma alimentação saudável. Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa é descrever e analisar os benefícios que atividades pedagógicas desenvolvidas a partir do trabalho na horta da escola Piauí poderão trazer para os alunos, contribuindo, dessa maneira, para a Educação Ambiental e formação como cidadãos com responsabilidade ambiental. Para tanto, as questões que norteiam este estudo são: Qual a importância da construção da horta na escola Piauí? Quais os conhecimentos que os alunos poderão desenvolver a partir do trabalho na horta? O desenvolvimento de atividades pedagógicas relacionadas com a horta poderá ajudar os alunos a perceberem a importância da alimentação saudável sem o uso dos agrotóxicos? A metodologia usada na pesquisa tem natureza qualitativa e trata-se de um Estudo de Caso. Como instrumento de coleta de dados, utilizamos um questionário e a análise documental do Projeto Político Pedagógico da escola. A pesquisa foi realizada com 12 professores da Escola Estadual de Ensino Fundamental Piauí. A referida escola fica localizada na Rua Gregório da Fonseca, nº 91 – Bairro Nonoai – Porto Alegre/RS. Todos os docentes participantes da nossa pesquisa consideraram que a construção da horta na escola Piauí foi fundamental para o desenvolvimento da Educação Ambiental da comunidade escolar e, alguns deles, perceberam como o trabalho na horta da escola foi capaz de trazer hábitos alimentares saudáveis para os alunos e toda comunidade escolar. Além disso, a construção da horta na escola Piauí é uma nova possibilidade de atividade da qual os alunos podem se beneficiar pedagogicamente. O grupo de professores, participantes da nossa investigação, conseguiu perceber novas alternativas para favorecer a Educação Ambiental dos alunos, assim como conseguiu relacionar o trabalho na horta com temas específicos de cada disciplina. Da mesma forma, pôde verificar como a horta na escola Piauí foi capaz de ajudar os docentes a proporem projetos interdisciplinares e que favoreceram o desenvolvimento de concepções sistêmicas sobre o meio ambiente. Todos os sujeitos da nossa pesquisa afirmaram que o desenvolvimento de atividades pedagógicas relacionadas com a horta da escola Piauí poderá ajudar os educandos a perceberem a importância da alimentação saudável sem o uso dos agrotóxicos, considerando essas substâncias químicas perigosas para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a saúde dos seres vivos. Diante da nossa pesquisa, acreditamos que a horta da escola Piauí é um espaço propício para que os alunos aprendam os benefícios e as formas de cultivo mais saudáveis sem o uso de agrotóxicos, sendo capazes de aprenderem a se alimentar melhor. Através dos dados obtidos, podemos ressaltar que a horta é de grande importância para a escola, e é capaz de melhorar o processo de ensino e aprendizagem e contribuir para a Educação Ambiental de toda comunidade escolar.

Introdução

A Educação Ambiental é uma área do ensino que está relacionada à conscientização dos seres humanos acerca dos problemas ambientais e como ajudar a enfrentá-los. Para tal, deve-se preservar as reservas naturais e não poluir o meio ambiente. Percebemos, dessa forma, que a Educação Ambiental é fundamental para que se possibilite o desenvolvimento sustentável da sociedade. Nessa perspectiva, a Educação Ambiental objetiva a formação de cidadãos consciente e críticos, evidenciando atividades cidadãs.

Assim sendo, um projeto que se valha da educação para o ambiente oportuniza aos educandos um entendimento dos problemas os quais os cercam, da presença do homem no meio ambiente, do compromisso e do seu papel como cidadãos críticos, levando-os a repensar seus procedimentos cotidianos, assim como as consequências dessas ações para o ambiente no qual habitam (TOZONI-REIS, 2007, 2008).

Por ser considerado um tema transversal⁶⁴, a Educação Ambiental deve ser trabalhada de maneira interdisciplinar, pois, dessa maneira, disponibilizará os suportes teóricos de diferentes disciplinas e campos do saber. Com essa interdisciplinaridade, os professores podem utilizar métodos de ação coletiva para uma maior abrangência da temática ambiental. O meio ambiente, por ser um tema complexo e de grande diversidade, não deve ser ensinado por métodos “tradicionalistas”⁶⁵ nos quais o educador prioriza somente a informação e não se detém na emoção. Deve-se permitir que o aluno questione e analise criticamente os valores estabelecidos pela sociedade e o educador deve se envolver integralmente na busca de atividades ecologicamente corretas, assim como seus alunos e toda comunidade escolar.

Frente a esse contexto, acreditamos que a criação da horta na escola Piauí oportuniza o trabalho coletivo, interdisciplinar, além de privilegiar a promoção da saúde, permitindo que os educandos tenham um controle maior acerca da sua própria qualidade de vida, adotando hábitos alimentares saudáveis com o consumo de alimentos sem agrotóxicos. Outrossim, essas atitudes certamente serão levadas para suas casas, influenciando seus familiares, podendo promover mudanças de hábitos fora da escola. A importância de uma alimentação equilibrada e balanceada está relacionada ao bom desenvolvimento físico, psíquico e social dos educandos, principalmente de crianças e adolescentes. Por isso, acreditamos que a escola, por intermédio da horta escolar, é o local onde melhor se pode promover a saúde através de uma alimentação saudável.

Entendemos que, muito mais que construir conhecimentos específicos das ciências agrárias, como a olericultura, entre outros, ou sobre alimentação, nutrição, técnicas culinárias, a horta escolar pode conduzir os atores à construção de conceitos, valores e saberes que envolvem responsabilidade, comprometimento, participação e outros aspectos que se relacionam com a formação de cidadãos. (HAMERSCHMIDT; OLIVEIRA, 2014). Nosso objetivo maior foi favorecer o desenvolvimento de concepções sistêmicas sobre a relação dos seres humanos e meio ambiente, no sentido de incorporar a dimensão sociocultural no seu conceito de meio ambiente através de práticas interdisciplinares. Dessa forma, a horta escolar pode ser uma alternativa interdisciplinar para a Educação Ambiental e produção de alimentos sem agrotóxicos, introduzindo os alunos na vivência da produção de alimentos para consumo na escola, conscientizando-os no sentido de criarem hábitos sustentáveis e ecologicamente corretos. Nesse contexto, o objetivo da presente pesquisa é descrever e analisar os benefícios que atividades pedagógicas desenvolvidas a partir do trabalho na horta da escola Piauí poderão trazer para os alunos, contribuindo, dessa maneira, para a Educação Ambiental e formação como cidadãos com responsabilidade ambiental. Para tanto, as questões que norteiam este estudo são: Qual a importância da construção da horta na escola Piauí? Quais os conhecimentos que os alunos poderão desenvolver a partir do trabalho na horta? O desenvolvimento de atividades pedagógicas relacionadas com a horta poderá ajudar os alunos a perceberem a importância da alimentação saudável sem o uso dos agrotóxicos?

Material e Métodos

A metodologia usada na pesquisa tem natureza qualitativa e trata-se de um Estudo de Caso (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Como instrumento de coleta de dados, utilizamos um questionário com perguntas abertas sobre a formação e atuação profissional dos sujeitos que participaram da investigação, assim como sobre as formas de contribuição da atividade realizada na escola. Além disso, realizamos a análise documental do Projeto Político Pedagógico da escola. A pesquisa foi realizada com 12 professores da Escola Estadual de Ensino Fundamental Piauí. Os professores foram identificados de P1 até P12. A referida escola fica localizada na Rua Gregório da Fonseca, nº 91 – Bairro Nonoai – Porto Alegre/RS.

⁶⁴ Os temas transversais devem ser abordados como parte integrante das áreas de ensino. Não podem ser vistos como aulas especiais nem muito menos devem ser considerados como novas matérias, disciplinas ou áreas de ensino. Os temas transversais devem fazer parte do trabalho compartilhado entre professores e alunos e devem ser discutidos, debatidos e analisados concretamente.

⁶⁵ Os métodos tradicionais de ensino podem originar vários problemas. A insistência na imitação, obediência e repetição, muito frequente nestes métodos, conduzem a uma negligência das capacidades criativas individuais em detrimento de competências que são puramente mecânicas e repetitivas. Abandonar esta concentração rígida no intelecto humano a favor de uma pessoa holística que deve ser encorajada, fortalecida e motivada aumentaria imensamente as capacidades dessa pessoa.

Resultados e Discussão

Conforme o Projeto Político Pedagógico, a Escola Estadual Piauí atende a aproximadamente 300 alunos do ensino fundamental com idades entre 6 e 19 anos. A equipe de professores da escola é composta de 18 docentes de diferentes formações.

A Escola Estadual Piauí tem como missão, em sua proposta pedagógica, educar o aluno para a cidadania, pois a sociedade necessita urgentemente de cidadãos que assumam responsabilidades e comprometimento com a comunidade em que vivem. Dessa forma, é compreendida como um espaço moderno de construção do saber, tendo sempre como referencial o mundo em constante evolução.

Nesse sentido, a escola Piauí tem a função de formar cidadãos críticos e transformadores da realidade, capazes de construir uma sociedade com uma perspectiva mais justa, democrática e humanista da sociedade (TOZONI-REIS, 2007, 2008).

Pensando dessa maneira, os profissionais que trabalham nessa instituição buscam alternativas pedagógicas para que os alunos possam se apropriar de ensinamentos e sejam capazes de construir seu próprio conhecimento, para que assim possam fazer relações do que se aprende na escola com o mundo em que vivem nos diferentes aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais.

Uma das alternativas pedagógicas pensadas por esses profissionais da educação foi a construção de uma horta dentro do espaço escolar. Essa horta foi construída em abril do corrente ano (2019) pelos alunos e professores como mostrado na Figura 1.



Figura 1: Alunos da escola Piauí cuidando da horta desenvolvida no pátio da escola.

O trabalho da horta da escola Piauí é feito pelos professores e alunos dessa instituição. Esse foi um projeto executado para introduzir a Educação Ambiental nas aulas dos professores que não trabalhavam com esse tema com os alunos e aperfeiçoar o trabalho dos educadores que já abordavam essa temática em suas aulas. A escola necessita inserir em seu currículo questões ambientais em todos os níveis de ensino, oportunizando a participação de alunos, professores, funcionários e comunidade no processo de sua construção e execução, tornando os educandos protagonistas desse processo que pode ser realizado de diversas maneiras, desde que seja motivador e conscientize acerca do que está envolvido na Educação Ambiental.

Para concretizarmos o objetivo da nossa pesquisa, aplicamos um questionário com perguntas abertas para um grupo de 12 professores que lecionam no ensino fundamental da escola Piauí. A primeira pergunta desse questionário estava relacionada com a formação e a experiência dos educadores participantes dessa investigação. As respostas dessa pergunta podem ser observadas na Tabela 1.

Nome	Curso de Graduação	Curso de Pós-graduação	Tempo de atuação docente
P1	Licenciatura em Letras/inglês	Não	9 anos
P2	Licenciatura em Pedagogia	Não	12 anos
P3	Orientação Educacional	Esp. Deficiência Mental	15 anos
P4	Licenciatura em Pedagogia	Não	40 anos
P5	Licenciatura em História	Mestrado em História	2 anos
P6	Licenciatura em Artes	Não	5 anos
P7	Licenciatura em Ciências Biológicas	Não	3 anos
P8	Licenciatura em Ciências/Matemática	Não	35 anos
P9	Licenciatura em Educação Física	Esp. Futebol profissional	25 anos
P10	Licenciatura em Pedagogia	Não	9 anos
P11	Licenciatura em Pedagogia	Não	9 anos
P12	Licenciatura em Letras	Não	5 anos

Tabela 1: Alguns dados qualitativos do questionário.

Ao analisarmos a Tabela 1, constatamos que os sujeitos da pesquisa são compostos por 12 professores com variadas formações: 11 docentes possuem graduação em licenciatura, 4 deles são formados em Pedagogia (P2, P4, P10 e P11). Apenas 1 educador não possui curso de licenciatura (P3), este é formado em Orientação Educacional. Os docentes P3, P5 e P9 possuem curso de pós-graduação, sendo respectivamente: Especialização em Deficiência Mental, Mestrado na área do ensino de História e Especialização Futebol Profissional.

Ainda verificando os dados da Tabela 1, percebemos que as experiências dos docentes que responderam aos nossos questionamentos vão de 2 anos a 40 anos. Dessa maneira, notamos uma heterogeneidade tanto na formação dos professores quanto no tempo de atuação no magistério.

A pergunta nº 2 do nosso questionário indagava nossos sujeitos da pesquisa sobre a importância da construção da horta na escola Piauí. Todas as respostas foram positivas e consideraram que o desenvolvimento desse tipo de projeto nas escolas é fundamental para o desenvolvimento da Educação Ambiental na comunidade escolar: *“Troca de conhecimentos, escolhas alimentares dos alunos aproximando-os da natureza, responsabilidade ambiental”* (P4); *“Na minha opinião a horta tem um papel muito importante na educação ambiental dos alunos, na construção da identidade e no pertencimento como ser da natureza, e não como dono dela [...]”* (P7); *“Consciência ambiental, sendo parte da natureza, usufrui dela e passa a respeitá-la [...]”* (P12).

Os professores P1, P2, P6, P7, P8, P9, P10, P11 e P12 perceberam como o desenvolvimento da horta na escola é capaz de trazer hábitos alimentares saudáveis para os alunos: *“[...] é uma vivência necessária na vida estudantil para ter com nossa alimentação saudável”* (P1); *“[...] aprendizado e prática de uma alimentação saudável”* (P6); *“A importância na construção da horta, é a produção juntamente com os alunos, dando valor a terra e cultivo, assim como o consumo de alimentos [...]”* (P11).

Além disso, o docente P5 afirmou que a construção da horta na escola Piauí é uma nova possibilidade de atividade da qual os alunos podem se beneficiar pedagogicamente: *“[...] novas alternativas pedagógicas (estudos e práticas sobre germinação, fertilização do solo, irrigação e uso da água, uso e manejo de mudas, períodos de plantio e colheita) ”*.

As respostas dos educadores corroboram com Morgado (2006) que entende que a horta, inserida no ambiente escolar, pode ser um laboratório vivo que possibilita o desenvolvimento de diversas atividades pedagógicas não só na Educação Ambiental, mas também no contexto alimentar dos alunos, unindo teoria e prática de forma contextualizada, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem e estreitando relações através da promoção do trabalho em grupo e cooperado entre os agentes sociais envolvidos.

Ainda analisando as respostas da pergunta 2, os professores P2, P8 e P, consideraram que uma alimentação saudável é oriunda da produção sem a utilização de agrotóxicos: *“[...] para os alunos saberem a origem e como foi o plantio dos alimentos que estão na horta para a sua alimentação diária, sem agrotóxicos e a influência dessa alimentação saudável na sua vida”* (P2); *“Saber da importância de uma alimentação saudável sem agrotóxicos [...]”*(P8); *“[...] é muito importante construirmos uma alimentação saudável, livre de poluição e de venenos (agrotóxicos)”* (P9).

Acreditamos que a horta da escola Piauí possui um inestimável valor, tendo em vista a ótica nutricional, fazendo com que os educandos se conscientizem sobre a alimentação saudável sem a utilização de agrotóxicos ou adubos químicos. Afora isso, as atividades realizadas na horta escolar colaboram para que os educandos entendam o perigo da utilização de agrotóxicos para a saúde humana, assim como para o meio ambiente.

A questão 3 questionou os professores sobre quais os conhecimentos que eles acreditam que os alunos puderam e poderiam desenvolver a partir do trabalho na horta. Novamente o uso dos agrotóxicos na agricultura é considerado prejudicial à saúde das pessoas, como relata o educador P2: *“Saber fazer e usar produtos orgânicos livres de agrotóxicos, usando materiais vindos da própria natureza e que não prejudicam o meio ambiente e nem a sua*

saúde” e o professor P5: *“Pode ser útil para estudos sobre poluição de alimentos, o uso de agrotóxicos [...]”*.

Essa preocupação com os problemas ambientais e de saúde que os agrotóxicos podem causar é fundamental que os docentes tenham em mente para poderem desenvolver esse assunto nas atividades pedagógicas da escola Piauí. O Brasil, desde 2008, detém a preocupante posição de um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. Dessa maneira, a realização do Direito Humano à Alimentação Adequada é incompatível com essa situação. Há uma estimativa de que cada brasileiro faça a ingestão, em média, de 5,2 litros de venenos por ano o que equivale a duas garrafas e meia de refrigerante ou a 14 latas de cerveja. O Ministério da Saúde supõe que anualmente em nosso país haja mais de 400 mil pessoas contaminadas por agrotóxicos, com aproximadamente quatro mil mortes por ano (CARNEIRO et al., 2015).

Os professores de História (P5), Artes (P6), Matemática (P8), Educação Física (P9) e Português (P12), relacionaram suas respostas com suas disciplinas e acreditam que o trabalho com os alunos na horta possibilita o desenvolvimento de muitos conhecimentos, como podemos observar nas respostas respectivamente: *“Temas como agricultura e meio ambiente são frequentes nos anos finais de ensino fundamental. Plantio, colheita, calendários e o uso do solo são comuns nos currículos do 6º e 7º anos, com civilizações antigas (Mesopotâmia, China, Egito) ou o sistema feudal na Europa (ferramentas agrícolas, manejo do solo, trabalho servil).”*; *“Sensibilidade, estudo das cores, luz e sombra.”*; *“Trabalhar medidas, área, trabalhar em grupo, além da valorização ao meio ambiente.”*; *“A questão da alimentação saudável, contribuindo para o crescimento ósseo, muscular e mental.”*; *“Observar e relatar oralmente e por escrita, interpretar e valorizar a natureza.”*

Ainda analisando as respostas da questão nº 03, o educador P10 acredita que o trabalho na horta escolar é uma oportunidade para os professores proporem projetos interdisciplinares: *“A horta é excelente meio para potencializar o aprendizado do aluno e despertar seu interesse para a alimentação saudável. O contato com a natureza é uma experiência muito válida para as crianças. Vivenciar uma prática alimentar trabalhando com a interdisciplinaridade”*.

Trabalhando interdisciplinarmente a horta da escola Piauí, podemos envolver todas as áreas do conhecimento, já que a interdisciplinaridade engloba ações coletivas por parte dos docentes, deixando clara sua importância no processo educativo. Acreditamos que a proposta interdisciplinar motiva a participação nas atividades propostas, pois instiga os estudantes a buscarem respostas às suas dúvidas em diversas áreas do conhecimento. No caso da horta escolar, os aprendizes debatem assuntos relacionados à alimentação, à nutrição, à ecologia, enfim, à alimentação saudável sem a utilização de produtos químicos. Além disso, surgem temas relacionados à culinária na escola, à economia doméstica, consumo de alimentos naturais, entre outros, como pudemos observar nas respostas dos nossos educadores.

Alguns pesquisadores asseveraram que existem diferentes formas de incluir a temática ambiental nos currículos escolares, como atividades artísticas, experiências práticas, atividades fora de sala de aula, produção de materiais locais, projetos ou qualquer outra atividade que conduza os alunos a serem reconhecidos como agentes ativos no processo que norteia a política ambientalista. Cabe aos professores, por intermédio de prática interdisciplinar, proporem novas metodologias que favoreçam a implementação da Educação Ambiental, sempre considerando o ambiente imediato, relacionado a exemplos de problemas atualizados (CARVALHO, 2004; GUIMARÃES, 2004). Nesse contexto, entendemos que as práticas escolares a partir do trabalho na horta da escola Piauí podem ser uma alternativa interdisciplinar para o desenvolvimento da Educação Ambiental nos agentes sociais envolvidos.

A questão nº04 do nosso questionário indagou os educadores se eles consideravam que o trabalho na horta poderia ajudar os alunos a perceberem a importância da alimentação saudável sem o uso de agrotóxicos. Todos os participantes da pesquisa acreditam que sim, que as atividades escolares desenvolvidas, a partir da horta, ajudarão os alunos a buscarem em suas vidas hábitos alimentares saudáveis, sem o uso dos agrotóxicos: *“Sim, vivenciando com a prática, um alimento sem agrotóxicos ou qualquer tipo de produto químico, possui mais sabor e aroma. Vegetais e frutas orgânicos crescem ao seu tempo, mais lentamente, mas é um produto limpo, saudável”* (P10).

Os educadores P6, P9 e P11 alertaram sobre os perigos do consumo de alimentos com agrotóxicos e denominaram essas substâncias químicas como venenos, respectivamente: *“[...] além de possibilitar o conhecimento e importância que a alimentação saudável se faz presente, tem os agrotóxicos, onde possibilita conhecer o quão não é necessário e o mau desse veneno para o consumo diário”*; *“Com certeza, na maioria dos casos nem sabem ou nem lembram que os vegetais e frutas que os pais compram vem com uma carga de veneno”*; *“Sim, a riqueza dos alimentos sendo produzidos por eles mesmos e mostrando para eles que o alimento orgânico, natural sem exposição a venenos”*.

A compreensão dos nossos educadores sobre a relação da horta escolar com o tema agrotóxicos converge com os estudos de Santos et al. (2014): as atividades realizadas na horta escolar “contribuem para a compreensão dos alunos a respeito do perigo na utilização de agrotóxicos para a saúde humana e para o meio ambiente. Proporciona uma compreensão da necessidade da preservação do meio ambiente escolar” (p. 280). Além disso, é capaz de desenvolver a capacidade do trabalho em grupo e da cooperação. “Tais atividades auxiliam no desenvolvimento da consciência de que é necessária a adoção de um estilo de vida menos impactante sobre o meio ambiente, bem como a integração dos alunos com a problemática ambiental vivenciada a partir do universo da horta escolar” (SANTOS et al., 2014, p. 280).

O professor P5 entende que o produto orgânico é mais caro, que a comunidade da escola é carente, mas mesmo assim afirma que o projeto da horta na escola Piauí é benéfico para os alunos e suas famílias: *“O poder aquisitivo ainda é o principal problema das famílias em consumir alimentos sem agrotóxicos. Nesse sentido, a horta promove uma oportunidade em introduzir alimentos sem agrotóxicos aos alunos e, gradualmente, a médio e longo prazo, transmitir essa experiência às famílias”*.

Pensando dessa maneira, Kandler (2009) acredita que o desenvolvimento de hortas escolares são projetos que atingem diversas áreas de preservação do ambiente, pois esse tipo de atividade pedagógica “estimula o hábito de plantar e cultivar nos alunos e seus familiares, incentivando-os para a construção de hortas em suas residências, regularizando assim o consumo de legumes e hortaliças na alimentação. E o que é ainda mais importante, alimentando-se com produtos de qualidade e livres de agrotóxicos” (KANDLER, 2009, p. 644).

Ainda analisando os retornos da pergunta nº 4, os docentes P2, P4 e P11 alertaram em suas respostas como os agrotóxicos são substâncias químicas capazes de prejudicar a saúde dos seres vivos e contaminar o meio ambiente, como mostramos nas respostas respectivamente: *“[...] quanto mais termos alimentos saudáveis sem agrotóxicos em nossas refeições, menos problemas de saúde teremos”*; *“Sim, é muito importante o uso de alimentos sem agrotóxicos. É um campo vasto de aprendizagem, no auxílio preventivo a saúde e a nutrição da comunidade escolar.”*; *“[...] um dos motivos para se consumir produtos sem agrotóxicos, é não comprometer a nossa saúde”*. Convergingo com os pensamentos dos nossos educadores, pesquisas científicas associam a utilização de agrotóxicos com doenças como o câncer, má formação congênita, mal de Parkinson, depressão, suicídios, diminuição da capacidade de aprendizagem em crianças, ataques cardíacos, problemas mentais. Da mesma forma, revelam que não há limite diário aceitável de ingestão dessas substâncias químicas, questionando, dessa maneira, o limite diário aceitável de ingestão desses produtos (PERES; MOREIRA, 2003; CARNEIRO et al., 2015; RIBEIRO, 2018).

Considerações Finais

Pelas análises realizadas no presente trabalho, somos levados a crer que propor os conceitos, princípios, métodos e práticas de Educação Ambiental só será válido quando se fornecerem subsídios para os profissionais desenvolverem suas ações baseadas no contexto de cada escola.

Além disso, a conscientização ambiental deverá se dar de forma gradativa, enfocando cada círculo que envolve cada cidadão, fazendo com que ele reflita sobre si, desenvolva o seu senso crítico sobre o que é adequado ou não adequado a situações relacionadas ao meio ambiente e procure ver de que forma ele poderá contribuir com a melhoria ou com a eliminação de situações danosas ao homem ou à natureza.

Para tanto, o envolvimento e a participação de toda a comunidade escolar na busca de soluções para diversos problemas ambientais, com os quais nos deparamos, é um dos aspectos fundamentais dos trabalhos educativos, podendo se constituir numa oportunidade para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao processo de construção da cidadania.

Diante dessas considerações, os profissionais da Escola Estadual de Ensino Fundamental Piauí, localizada na cidade de Porto Alegre/RS, construíram uma horta escolar para tentarem introduzir e aprimorar, na comunidade escolar, a Educação Ambiental e hábitos alimentares saudáveis com o consumo de alimentos sem agrotóxicos.

Todos os docentes participantes da nossa pesquisa consideraram que a construção da horta na escola Piauí foi fundamental para o desenvolvimento da Educação Ambiental da comunidade escolar e, alguns deles, perceberam como o trabalho na horta da escola é capaz de trazer hábitos alimentares saudáveis para os alunos e toda comunidade escolar. Além disso, a construção da horta na escola Piauí é uma nova possibilidade de atividade da qual os alunos podem se beneficiar pedagogicamente.

O grupo de professores, participantes da nossa investigação, conseguiu perceber novas alternativas para favorecer a Educação Ambiental dos alunos e, da mesma forma, puderam relacionar o trabalho na horta com temas específicos de cada disciplina. Além do mais, puderam perceber como a horta na escola Piauí pôde ajudar os professores a proporem projetos interdisciplinares. Nesse sentido, percebemos a importância da horta escolar relacionada com a interdisciplinaridade, tendo como consequência o cuidado com o meio ambiente, utilizando de maneira sustentável os recursos nele existentes. Compreendemos que a complexidade da questão ambiental necessita de ensinamentos de diferentes disciplinas trabalhadas simultaneamente, principalmente por fatores como: as interações entre ambiente, cultura e sociedade, o caráter crítico, político, contínuo e permanente.

Todos os sujeitos da nossa pesquisa asseguraram que o desenvolvimento de atividades pedagógicas relacionadas com a horta da escola Piauí poderá auxiliar os alunos a perceberem a importância da alimentação saudável sem o uso dos agrotóxicos, considerando essas substâncias químicas perigosas para o meio ambiente e, conseqüentemente, para a saúde dos seres vivos. Nesse sentido, destacamos que devido à natureza interdisciplinar da atividade realizada, as contribuições apontadas pelos professores envolvem valores e conhecimentos de dimensão sociocultural que favoreceram o desenvolvimento de uma concepção menos naturalista e recursista de meio ambiente. Haja vista nossa pesquisa, acreditamos que a horta da escola Piauí é um espaço propício para que os alunos aprendam os benefícios e as formas de cultivo mais saudáveis sem o uso de agrotóxicos, tornando os educandos capazes de aprenderem a se alimentar melhor. Através dos dados obtidos, podemos ressaltar que a horta

é de grande importância para a escola, entretanto, alertamos que é necessário interesse e planejamento de todo corpo escolar, para que a construção da horta na escola Piauí, efetivamente, melhore o processo de ensino e aprendizagem e contribua para a Educação Ambiental de toda a comunidade escolar.

Referências Bibliográficas

- Carneiro, F. F. *et al.* (Org.). 2015. Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro/São Paulo: Expressão popular, 624p.
- Carvalho, I. C. de M. 2004. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez.
- Guimarães, M. 2004. Educação ambiental crítica. In: LAYTARGUES, P.P. (Org). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília, MMA. Diretoria de Educação Ambiental, p. 25-35.
- Kandler, R. 2009. Educação ambiental: Horta escolar, uma experiência em educação. *Ágora*, v. 16, n. 2, p. 642-645.
- Lüdke, M.; André, M. E. D. 1986. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: Pedagógica e Universitária.
- Morgado, S. F. 2006. A horta escolar na educação ambiental e alimentar: experiência do Projeto Horta Viva nas escolas municipais de Florianópolis. Florianópolis. 45p. (Trabalho de conclusão do curso de Agronomia): Universidade Federal de Santa Catarina.
- Peres, F; Moreira, J. C. 2003. É veneno ou é remédio? Agrotóxicos. Saúde e ambiente. Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Ribeiro, D. C. A. 2018. A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências. 1 ed. Curitiba: Appris, 161p.
- Santos, M. J. D., et al. 2014. Horta escolar agroecológica: Incentivadora da aprendizagem e de mudanças de hábitos alimentares no ensino fundamental. *Holos*, v. 4, p. 278-290.
- Tozoni-Reis, M. F. C. 2007. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação. Rio de Janeiro: Quartet, p. 177-221.
- Tozoni-Reis, M. F. C. 2008. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 3, n. 1, 155-169.