

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Luana Carla Zanelato Amaral

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
EM CONTEXTO DE SOCIEDADE DE RISCO:
DIÁLOGOS E POSSIBILIDADES PARA UM ENSINO
DE QUÍMICA VOLTADO À FORMAÇÃO CIDADÃ

Passo Fundo

2022

Luana Carla Zanelato Amaral

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA
EM CONTEXTO DE SOCIEDADE DE RISCO:
DIÁLOGOS E POSSIBILIDADES PARA UM ENSINO
DE QUÍMICA VOLTADO À FORMAÇÃO CIDADÃ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Faculdade de Educação, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Educação, sob a orientação da Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa e coorientação da Profa. Dra. Aline Locatelli.

Passo Fundo

2022

A485a Amaral, Luana Carla Zanelato
Alfabetização científica e tecnológica em contexto de
sociedade de risco [recurso eletrônico] : diálogos e
possibilidades para um ensino de química voltado à formação
cidadã / Luana Carla Zanelato Amaral. – 2022.
6.6 MB ; PDF.

Orientadora: Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa.
Coorientadora: Profa. Dra. Aline Locatelli.
Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de Passo
Fundo, 2022.

1. Química (Ensino médio) – Estudo e ensino. 2. Riscos –
Aspectos sociológicos. 3. Cidadania – Estudantes. 4. Material
didático. I. Rosa, Cleci Teresinha Werner da, orientadora.
II. Locatelli, Aline, coorientadora. III. Título.

CDU: 372.854



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

“Alfabetização científica e tecnológica em contexto de sociedade de risco: diálogos e possibilidades para um ensino de Química voltado à formação cidadã”

Elaborada por

Luana Carla Zanelato do Amaral

Tese apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação, da Faculdade de Educação, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial e final para a obtenção do grau de Doutora em Educação

Aprovada em: 02 de junho de 2022

Pela Comissão Examinadora

Profa. Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa
UPF – Orientadora

Prof. Dr. Leonir Lorenzetti
(UFPR)

Prof. Dr. Nathan Willig Lima
(UFRGS)

Prof. Dr. Altair Alberto Fávero
UPF

Prof. Dr. Angelo Vitório Cenci
UPF

Prof. Dr. Altair Alberto Fávero
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação

Luana Carla Zanelato Amaral

Alfabetização científica e tecnológica em contexto de sociedade de risco: diálogos e possibilidades para um ensino de Química voltado à formação cidadã

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Cleci T. Werner da Rosa – UPF - Orientadora

Profa. Dra. Aline Locatelli – UPF- Coorientadora

Prof. Dr. Leonir Lorenzetti – UFPR

Prof. Dr. Nathan Willig Lima – UFRGS

Prof. Dr. Angelo Vitório Cenci – UPF

Prof. Dr. Altair Alberto Fávero – UPF

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram no meu percurso formativo para que este momento – que marca a conclusão do curso de Doutorado – se concretizasse.

Primeiramente, expresso minha gratidão à professora Dra. Cleci T. Werner da Rosa, que, mais do que uma excelente orientadora, é uma inspiração. Agradeço por ter acreditado em mim, pela sua atenção, pelo comprometimento, pela dedicação e por tantos ensinamentos.

Agradeço de forma igual à minha coorientadora, professora Dra. Aline Locatelli, a qual me acompanha desde o curso de Mestrado e foi alicerce para minha caminhada enquanto pesquisadora. Obrigada por confiar no meu potencial e por todos os ensinamentos.

Agradeço as valiosas contribuições dos membros da banca no exame de qualificação.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo, por contribuírem com a minha formação, apontarem novos caminhos e expandir meus horizontes de compreensão de sociedade e de educação.

Aos meus colegas de curso, a quem agradeço os bons momentos de convívio, as boas discussões, as alegrias e as trocas de saberes e experiências.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa Educação Científica e Tecnológica (GruPECT), pelo acolhimento, carinho e apoio e pelas discussões e trocas de conhecimentos.

Aos estudantes, que, ao longo da minha carreira profissional, me instigam a tornar-me uma educadora melhor, almejando uma sociedade mais justa e igualitária.

Aos colegas professores da Educação Básica, que se dispuseram a se aventurar na enseada da minha investigação, participando do curso de extensão e das etapas de produção de dados. Sou grata pela participação, pelo interesse e pela dedicação de cada um(a).

Aos meus pais, por me guiarem pelo caminho do bem, ao meu companheiro e a toda a minha família, por compreender as minhas ausências e por me apoiar incondicionalmente. À minha filha, Carolina, que chegou ao mundo em meio ao meu curso de Doutorado e é minha maior inspiração na busca por uma sociedade melhor.

Por fim, a Deus, por permitir que eu viva este momento especial e alcance a realização de um sonho.

RESUMO

RESUMO

O estudo parte da premissa de que o ensino de Química oferecido na educação básica mostra-se pouco satisfatório, principalmente no que se refere à sua contribuição para o desenvolvimento humanístico dos estudantes, contexto que é revelado por sua participação ativa e consciente nos eventos presentes na sociedade. Esse novo olhar sobre o ensino de Química foi identificado, nesta investigação, com o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) na perspectiva do filósofo belga Gérard Fourez, acrescido das discussões de Ulrich Beck sobre Sociedade de Risco. A problemática anunciada no estudo vincula-se ao modelo observado no sistema educacional de ensino básico, que privilegia o acúmulo de conteúdos direcionados a provas e exames escolares, pouco favorecendo aos estudantes a compreensão e a interação na e com a sociedade. Tal crise que se instala no ensino abriu espaço para a discussão de propostas didáticas no campo da educação científica direcionadas a levar para a sala de aula uma ciência voltada a discutir os aspectos econômicos, políticos, sociais e humanistas, como anunciado por Fourez (1997). Na presente tese, orientando-se por essas discussões teóricas, foi elaborada uma sequência didática voltada a promover uma formação cidadã, contemplando o tema Agrotóxicos, com enfoque no conteúdo de funções orgânicas e solubilidade de compostos orgânicos. O estudo guia-se pela seguinte pergunta: Quais as contribuições de uma proposta de ensino que articula a ACT com as discussões de Sociedade de Risco na busca por promover uma formação cidadã a estudantes do Ensino Médio? O objetivo principal da investigação é analisar, na voz de professores que atuam na Educação Básica, a pertinência da sequência didática elaborada. Essa, por sua vez, foi elaborada com base nos pressupostos da ACT, especialmente focada nos atributos autonomia, domínio e comunicação, bem como nas discussões referentes aos riscos inerentes à tomada de decisões na sociedade contemporânea. A sequência didática foi estruturada em oito encontros (16 períodos de aula) e foi validada junto a um grupo de professores que atuam na Educação Básica por meio de um curso de formação continuada – extensão universitária – realizado em cinco encontros (20 horas). A pesquisa, de natureza qualitativa, descritiva e interpretacionista, recorre a três instrumentos para produção dos dados, a saber: questionário aplicado à população em estudo, diário de bordo preenchido pela pesquisadora após cada encontro do curso realizado e entrevistas semiestruturadas com os participantes. Os resultados foram discutidos a partir da Análise Textual Discursiva e organizados em três categorias dadas a priori (Atributos da ACT, Consciência do Risco e Formação Cidadã) e duas emergentes (Interdisciplinaridade e Enfrentamento ao obscurantismo científico). Tais resultados apontam para a pertinência da sequência didática tanto em termos de estruturação teórica, inclusive inferindo um entendimento para a expressão “formação cidadã” a partir dos referenciais estudados, como em termos de sua operacionalização no Ensino Médio. Como aspecto central do estudo, está a oportunidade trazida pela sequência didática para a instituição de um debate sobre questões vinculadas à ciência e à sua importância na vida em sociedade.

Palavras-chave: Sociedade de risco. Agrotóxico. Educação Química. Ensino Médio.

ABSTRACT

The study starts from the premise that the Chemistry teaching offered in basic education is unsatisfactory, mainly in terms of its contribution to the humanistic development of students, revealed by their active and conscious participation in events present in society. This new look at the Chemistry teaching was identified, in the present investigation, with the process of Scientific and Technological Literacy (ACT) from the perspective of the Belgian Philosopher Gérard Fourez, in addition to Ulrich Beck's discussions on Risk Society. The problem announced in the study is linked to the teaching model observed in the educational system, which privileges the accumulation of content aimed at school tests and exams, favoring the students to understand and interact in and with society. Such a crisis that settles in teaching has opened space for the discussion of didactic proposals in the field of scientific education and that are aimed at bringing to the classroom a science aimed at discussing economic, political, social and humanistic aspects, as announced by Fourez. (1997). Guided by these theoretical discussions, a didactic sequence was prepared aimed at promoting citizen education, covering the topic of Pesticides, focusing on the content of organic functions and solubility of organic compounds. The study is guided by the following question: What are the contributions of a teaching proposal that articulates the ACT with the Risk Society discussions in the quest to promote a citizen education to high school students? The main objective of the investigation is to analyze in the voice of teachers who work in basic education, the pertinence of the elaborate didactic sequence. This, in turn, was elaborated based on the assumptions of the ACT, especially focused on the attributes autonomy, mastery and communication, as well as discussions regarding the risks inherent to decision-making in contemporary society. The didactic sequence was structured in eight meetings (16 class periods) and was validated with a group of teachers who work in basic education, through a continuing education course - university extension, held in five meetings (20 hours). The qualitative, descriptive and interpretive research uses three instruments to produce the data, namely: a questionnaire applied to the population under study, a logbook filled in by the researcher after each meeting of the course held and semi-structured interviews with the participants. The results were discussed based on Discursive Textual Analysis and organized into three categories given a priori (Attributes of ACT, Risk Awareness and Citizenship) and two emerging ones (Interdisciplinarity and Fighting Scientific Obscurantism). Such results point to the relevance of the didactic sequence both in terms of theoretical structuring, including inferring an understanding of the expression citizen education from the studied references, and in terms of its operationalization in High School. As a central aspect of the study is the opportunity brought by the didactic sequence to the institution of debate on issues related to science and its importance in life in society.

Keywords: Risk society. Pesticide. Chemical Education. High school.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação dos artigos selecionados como corpus da investigação.....	31
Quadro 2 - Versão inicial do questionário.....	100
Quadro 3 - Versão final do questionário.....	102
Quadro 4 - Itens do roteiro da entrevista em sua versão inicial.	104
Quadro 5 - Itens do roteiro da entrevista em sua versão final.	105
Quadro 6 - Características dos participantes do curso de extensão e respondentes do questionário.	107
Quadro 7 - Características dos participantes da entrevista.....	108
Quadro 8 - Relação entre a ACT e as ações propostas sequência didática	119
Quadro 9 - Estruturação da sequência didática orientada à ACT e à formação cidadã	120
Quadro 10 - Quesito a ser avaliado em cada questão nos dois questionários propostos na sequência didática	122
Quadro 11 - Fases da ATD e categorias de análise do estudo.....	149
Quadro 12 - Detalhamento das categorias de análise do estudo.....	150

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem da capa do material de apoio aos professores.	121
Figura 2 - Imagem do card de divulgação do curso de extensão universitária nas redes sociais.	128
Figura 3 - Imagem da sala online do curso de extensão.	130
Figura 4 - Nuvem de palavras do primeiro encontro.	131
Figura 5 - Imagens utilizadas no curso de extensão.	133
Figura 6 - Imagem do encontro com a presença da especialista.....	138
Figura 7 - Imagem da apresentação pela convidada sobre conceitos iniciais.	139
Figura 8 - Nuvem de palavras construída no quinto encontro.....	141
Figura 9 - Imagem do encerramento do curso.....	141
Figura 10 - Imagens utilizada no curso de extensão sobre a problemática do Fumo.	143
Figura 11 - Imagem da nuvem de palavras elaborada no curso de extensão – primeiro encontro.....	160
Figura 12 - Imagem da nuvem de palavras elaborada no curso de extensão – último encontro.....	160

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados à autonomia.....	151
Gráfico 2 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados ao domínio. ..	152
Gráfico 3 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados à comunicação.....	152
Gráfico 4 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados à consciência de risco.	162
Gráfico 5 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados diretamente à Formação cidadã.....	166

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	O QUE DIZEM AS PESQUISAS	29
2.1	Procedimentos para definição do <i>corpus</i>	29
2.2	Um exame descritivo dos estudos encontrados	30
2.3	Análise do <i>corpus</i>	43
2.3.1	<i>Distribuição dos estudos em território nacional.....</i>	43
2.3.2	<i>Nível de escolarização, conteúdos contemplados e abordagem didática</i>	44
2.3.3	<i>Articulações teóricas</i>	45
2.3.4	<i>Formação cidadã</i>	47
2.3.5	<i>Objetivo(s) e natureza da pesquisa</i>	49
2.4	A título de síntese.....	50
3	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E SOCIEDADE DE RISCO: CAMINHOS PARA UMA FORMAÇÃO CIDADÃ	52
3.1	Ensino/Educação em Ciências: reflexões introdutórias	52
3.2	Fourez e o ensino de Ciências: um encontro com a ACT	54
3.3	Alfabetização Científica e Tecnológica em Gérard Fourez.....	59
3.4	Iniciação científica e as tradições do ensino técnico	62
3.5	Uma nova cultura frente às técnicas	65
3.6	Enriquecimento tecnológico na Educação Básica.....	68
3.7	A ambígua história do ensino de Ciências	70
3.8	A dimensão ideológica do ensino de Ciências	73
3.9	Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade.....	76
3.10	Sociedade de risco: a ciência nesse contexto	79
3.11	Formação cidadã: algumas considerações	86
3.12	A título de síntese: Formação cidadã	90
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	95
4.1	Abordagem investigativa: pesquisa qualitativa.....	95
4.2	Design da pesquisa.....	96
4.3	Instrumentos para produção dos dados.....	97
4.3.1	<i>Questionário.....</i>	99
4.3.2	<i>Entrevista</i>	103
4.3.3	<i>Diário de bordo</i>	106

4.4	Das Sequências Didáticas ao Curso de Formação.....	106
5.1	O Ensino Médio e a BNCC.....	109
5.2	Agrotóxicos	113
5.3	Sequência didática	116
5.3.1	<i>Primeiro encontro</i>	123
5.3.2	<i>Segundo encontro</i>	123
5.3.3	<i>Terceiro encontro</i>	124
5.3.4	<i>Quarto encontro</i>	124
5.3.5	<i>Quinto encontro.....</i>	125
5.3.6	<i>Sexto encontro</i>	126
5.3.7	<i>Sétimo encontro.....</i>	126
5.3.8	<i>Oitavo encontro.....</i>	127
5.4	Relato do curso de formação “Alfabetização Científica e Tecnológica”	127
5.4.1	<i>Primeiro encontro</i>	129
5.4.2	<i>Segundo encontro</i>	133
5.4.3	<i>Terceiro encontro</i>	135
5.4.4	<i>Quarto encontro</i>	137
5.4.5	<i>Quinto encontro.....</i>	140
6	O QUE REVELAM OS DADOS.....	146
6.1	Análise Textual Discursiva na voz de seus proponentes.....	146
6.2	As categorias de análise: definições	149
6.3	Atributos da ACT	151
6.4	Consciência dos riscos	161
6.5	Formação cidadã	165
6.6	Interdisciplinaridade	170
6.7	Emfrentamento ao obscurantismo científico	174
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	183
	REFERÊNCIAS.....	191
	ANEXO A - Modelo do TCLE.....	202
	ANEXO B - Exemplo de certificado do curso de extensão	204
	APÊNDICE A - Questionário Google Forms.....	205
	APÊNDICE B - Questionário Inicial integrante do Material de Apoio aos	
	Professores	211
	APÊNDICE C - Questionário Final integrante do Material de Apoio aos	

4.4	Professores	
4.4	Caracterização dos participantes do estudo	216
APÊNDICE D - Cronograma do curso de extensão: Alfabetização Científica e		
	Tecnológica	220
APÊNDICE E - Material de Apoio aos Professores na forma de Produto		
	Educacional	222

1 INTRODUÇÃO¹

O homem é um ser que vive, se relaciona e se realiza por meio da sociedade, ou, nas palavras de Durkheim (1955, p. 10), ele “não é humano senão porque vive em sociedade”. Por isso, precisa estar preparado para compreender e interpretar o mundo, saber se posicionar criticamente, ser capaz de fazer escolhas e de tomar decisões conscientes e comprometidas tanto com a sociedade quanto, e especialmente, com os princípios da sustentabilidade.

Ações como reciclar o lixo, reduzir a poluição, respeitar o espaço do outro, evitar o desperdício da água, compreender o rótulo de um produto de limpeza, interpretar notícias de desastres naturais e acidentes com danos ambientais, entre tantas outras que permeiam o cotidiano dos indivíduos, denotam o quão importante é uma formação comprometida com o bem individual e coletivo, ou seja, uma formação cidadã que se preocupa com o impacto das atitudes de cada um, pensando em si e no outro. Essa formação, em certa medida, está relacionada a escolhas e decisões, razão pela qual os sujeitos precisam ter conhecimentos sobre os eventos químicos que os circundam e sobre as relações que estão imbricadas no contexto do convívio social.

Frente a esse entendimento, queremos refletir sobre o papel que a educação científica, por meio das disciplinas que a compõem, tem representado para os jovens durante o ensino médio. As críticas a conteúdos, abordagens didáticas e contribuições desses componentes curriculares, especialmente da Química, têm sido tema de debate entre pesquisadores e professores, estando presentes nos principais eventos da área, como o Encontro Nacional de Educação Química (ENEQ), o Simpósio Brasileiro de Educação Química (SIMPEQUI) e o Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências (ENPEC).

Nesses eventos, autores como Lima et al. (2018) e Sales, Sanches e Costa (2016) mencionam que, ao saírem do ensino médio, os estudantes apresentam defasagem em termos da apropriação dos conteúdos específicos mínimos em Química. Balica et al. (2016, p. 1), por seu turno, relatam que uma das grandes dificuldades dos estudantes consiste em “compreender temáticas da Química e relacioná-las com situações cotidianas”, demonstrando que o atual modelo de ensino pouco tem colaborado para formar jovens preparados para o exercício pleno da cidadania. E, ainda, de acordo com Santos e Mortimer (2001, p. 107), “ao se pensar em currículos de ciência com o objetivo de formação para a cidadania, é fundamental que seja

¹ Em razão da natureza híbrida do conteúdo da Introdução, reservo-me a possibilidade de recorrer a diferentes pessoas do discurso, de acordo com o que está sendo apresentado (relatos pessoais, reflexões, estudos presentes na literatura, etc.).

levado em conta o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão”. Na continuidade, os autores relatam que, “se desejarmos preparar os alunos para participar ativamente das decisões da sociedade, precisamos ir além do ensino conceitual”.

Corroborando ao exposto, Merçon (2003) expõe que o ensino de Química se encontra pautado na memorização de conceitos estanques, aplicação de fórmulas, resolução de problemas teóricos e nomenclaturas que pouco ou nada auxiliam os sujeitos na leitura do mundo. Ideia que é reforçada por Mortimer, Machado e Romanelli (2000, p. 274) ao afirmarem que “aos alunos fica a impressão de se tratar de uma ciência totalmente desvinculada da realidade, que requer mais memória do que o estabelecimento de relações”. Ou seja, a compreensão da Química como uma ciência de definições, difícil, longe da realidade, desinteressante e sem sentido. Ainda, os autores relatam que a Química escolar é desenvolvida com base apenas em “aspectos conceituais da química, apoiados numa tendência que vem transformando a cultura química escolar em algo completamente descolado de suas origens científicas e de qualquer contexto social ou tecnológico” (2000, p. 274).

O exposto tem estado presente no contexto escolar, uma vez que sua origem pode ser identificada no modelo defendido pelo próprio sistema de ensino, que, ao longo dos anos, não se preocupou com uma formação cidadã, senão com o êxito dos alunos nas avaliações, direcionando o processo para aspectos como os criticados nos parágrafos anteriores. Nesse modelo, que aos poucos vai sendo modificado, embora ainda haja muito a ser feito, os conteúdos de Química estão orientados a provas como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e os concursos vestibulares.

Esse processo de mudança que vem sendo acenado pelos especialistas do campo da Educação em Ciências e, em particular da Educação em Química, tem se limitado ao campo teórico com pouco eco na sala de aula. Rosa, Lorenzetti e Lambach (2019, p. 1) pontuam a existência de uma dualidade entre a teoria (documentos legais) e a prática (sala de aula), particularmente quando se observa um direcionamento do ensino para provas e exames de larga escala:

A formação de sujeitos autônomos e críticos, como se indica nos documentos oficiais e nos Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) das escolas, poucas vezes se apresenta na práxis docente, tampouco é avaliado pelas instituições de ensino. Hoje, na busca por uma métrica *ranqueável* para determinar os resultados obtidos nos processos de ensino, as instituições de ensino extrapolam no uso de questões de múltipla escolha e acabam por reforçar compreensões de educação que refletem numa postura, do docente e do discente, distinta daquelas pretendidas pelos documentos norteadores, causando prejuízos para os principais envolvidos na prática pedagógica.

Os mesmos autores ressaltam a importância do papel do ensino de Química no contexto escolar, uma vez que esse espaço representa a oportunidade de acesso democrático e sistematizado ao conhecimento científico, que, por sua vez, precisa estar relacionado ao desenvolvimento social e à inovação tecnológica. Nas palavras dos autores:

[...] essa ciência representa a caracterização de uma linguagem científica, construída socialmente para explicar as relações e os fenômenos do mundo, cujos conceitos são transpostos didaticamente em diferentes enfoques e metodologias, para que os indivíduos possam se alfabetizar cientificamente (ROSA; LORENZETTI; LAMBACH, 2019, p. 3).

Tais discussões tem assolado o campo de Educação em Ciências e da Educação Química em especial, tendo suas origens associadas a movimentos como o que envolve as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), que ganhou força a partir dos anos de 1980, como descrito por Rosa e Rosa (2012) e Cortez e Del Pino (2018). Sua presença pode ser identificada na legislação da educação brasileira, como é o caso das discussões presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 2002), nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) (BRASIL, 2013) e, mais recentemente, na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017).

Na BNCC, por exemplo, a problemática expressa anteriormente direciona as discussões dos conhecimentos em Ciências da Natureza e suas Tecnologias à formação cidadã, de modo que os estudantes compreendam o mundo circundante e possam nele intervir consciente e eticamente.

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2017, p. 537):

Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza 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.

Entretanto, são poucos os resultados desse modelo na prática pedagógica dos professores, como observam Valente, Araújo e Zientarski (2018, p. 2), “a predominância do modelo tradicional de ensino na disciplina de Química traduziu-se numa aprendizagem baseada apenas na reprodução do conteúdo dado pelo professor, o que favoreceu os alunos apenas na memorização”.

As propostas pedagógicas envolvendo a contextualização apregoada pela BNCC, ou mesmo a abordagem CTS defendida nos PCNs e, de certa forma, presente nos livros didáticos de Química, ainda se mantêm afastadas do dia a dia escolar.

Embora ainda distantes da realidade das escolas, essas mudanças no ensino de Química, que estão direcionadas a uma formação cidadã, podem ser justificadas, entre outros fatores, pela necessidade de desenvolvimento dos sujeitos frente à contemporaneidade, que tem sido marcada pelas relações sociais e por profundas transformações em múltiplas dimensões da vida humana. Essas transformações, como elucidam Cenci e Marcon (2016, p. 113), estão relacionadas a avanços tecnológicos, formas de comunicação, presença das tecnologias digitais, expansão de sistemas abstratos, avanços do conhecimento e emergência de novos atores sociais. Todas essas mudanças envolvem instituições, situações e problemas bem característicos e que se diferenciam daqueles presentes nas sociedades anteriores, pois, como afirma Giddens (2002, p. 9), “as instituições modernas diferem de todas as formas anteriores de ordem social quanto a seu dinamismo”.

Esse processo de transformações e a constante reformulação social produzem significativas mudanças para a vivência dos sujeitos, além de tornar necessários novos saberes para compreender o mundo, o que demanda adequações, também, da função da escola. Sobre isso, Coutinho e Lisboa (2011, p. 5) expressam que:

O desafio imposto à escola por esta nova sociedade é imenso; o que se lhe pede é que seja capaz de desenvolver nos estudantes competências para participar e interagir num mundo global, altamente competitivo que valoriza o ser-se flexível, criativo, capaz de encontrar soluções inovadoras para os problemas de amanhã, ou seja, a capacidade de compreendermos que a aprendizagem não é um processo estático, mas algo que deve acontecer ao longo de toda a vida.

A escola, nesse cenário, assume novos desafios, necessários e pertinentes diante da sociedade atual que se constitui de características e peculiaridades muito diferentes das épocas anteriores. Para Cenci e Marcon (2016, p. 113), “a complexificação das sociedades expressa-se, entre outras características, mediante um contexto de permanentes e profundas transformações em múltiplas dimensões da vida humana”, pela disseminação rápida das informações, inclusive de notícias falsas, relações humanas descentralizadas, novos riscos assumidos na tomada de decisões, recursos naturais escassos, avanços tecnológicos, excesso de consumo, entre tantos aspectos que marcam os dias atuais. Nessa linha, é necessário um ensino que responda a problemas reais, sintonizados com a época, como proposto por Zômpero e Laburú (2011, p. 68) “entre a segunda metade do século XIX e os dias atuais, o ensino de Ciências apresentou diferentes objetivos que tiveram como base, principalmente, as mudanças vigentes na sociedade em suas diferentes épocas, considerando aspectos políticos, históricos e filosóficos”.

Fourez (1997), autor que nos apoiaremos ao longo deste estudo, aponta que nesse novo cenário, a compreensão do mundo passa pelo domínio de saberes da ciência e sua identificação com os diferentes segmentos presentes na sociedade, enfatizando a relação com a tecnologia ou a técnica. Segundo o autor, para a formação dos sujeitos, torna-se fundamental compreender uma sociedade com tantos avanços tecnológicos e com o agravamento dos problemas ambientais. Portanto, ao abordar os conteúdos que integram cada um dos componentes curriculares no campo das Ciências da Natureza, é necessário vislumbrar a sociedade, com seus problemas e avanços, particularmente, aqui, os imbricados na tecnologia. Ou seja, no caso dos conhecimentos em Química, precisamos mostrar aos estudantes que eles estão inseridos nas mais diferentes situações vivenciais e que se revelam parte do corpo de saberes que contribui para a sua formação cidadã.

Associada a essa visão de Fourez, mencionamos, de forma a complementá-la, a importância de considerar que essa formação cidadã direcionada à tomada de decisão consciente precisa estar voltada a questões de natureza ética e moral. Dito de outro modo, o entendimento de cidadania envolve a consciência dos riscos, fator que é evidenciado por Pietrocola e Souza (2019, p. 68) e que será discutido com maior profundidade ao longo deste trabalho. Essa consciência, segundo os autores, vincula-se à “justiça social, onde as responsabilidades se estendem para além do âmbito da realidade imediata e a prática de resolução de problemas se transforma no gerenciamento de riscos”. Portanto, mais do que pensar em práticas pedagógicas voltadas à educação científica, é preciso direcionar essas práticas para avaliar que a tomada de decisão implica riscos que afetam o contexto social.

Tal entendimento tem se constituído reflexão frequente nas ações que desempenho como professora de Química. Junto dele, a dúvida sobre a relevância do ensino escolar e sua relação com a formação dos sujeitos e da sociedade em geral tem me trazido inquietações desde a época de estudante, ainda na educação básica. Nessa etapa da escolarização, em muitos momentos, não visualizava a aplicação e o sentido daquilo que estava sendo discutido em aula, e muito menos via que aquelas questões poderiam me tornar mais consciente do meu papel na sociedade.

Na época da escola e, depois, no momento da escolha de uma profissão, predominou meu desejo de ser professora, que vinha desde a infância, manifestado por meio das brincadeiras com o pequeno quadro negro e nanicos pedaços de giz que a professora sorteava no final da aula. Se, como afirma Charlot (2005), o movimento para aprender é induzido pelo desejo e incompletude do homem, acredito que o desejo por aprender a ensinar e contribuir na formação

especialmente dos jovens surgiu da época em que lecionar era apenas uma fantasia, um ato a ser aperfeiçoado.

Esse desejo, nascido lá na infância, tomou forma e foi se concretizando ao final do ensino médio, quando decidi cursar licenciatura em Química na Universidade de Passo Fundo. A opção por Química, e não outra licenciatura, esteve atrelada à afinidade que havia descoberto com os conteúdos desse componente curricular e com as ciências exatas de um modo geral. Paralelamente, foi determinante para essa escolha a admiração que nutria pela professora de Química do ensino médio. Tal desejo e o interesse pelos conteúdos de Química, somados à admiração pela professora, foram, portanto, os aspectos fundamentais para o meu direcionamento ao magistério.

Sobre a influência que os professores exercem na escolha profissional dos jovens, como foi o meu caso, cito o estudo de Brock (2010, p. 54), porém no contexto da Física: “Ainda que um estudante tenha aptidão e interesse em ser professor de Física, este interesse é influenciado pela forma como a Física chega até ele, que depende em parte da escola e do professor”.

Em meio aos medos que naturalmente circundam o início de uma trajetória rumo à escolha profissional, as discussões iniciais e a vivência com colegas e professores me permitiram entender que estava no caminho certo. Algumas das inquietações que me assombravam nos anos anteriores foram sendo esclarecidas; em contrapartida, muitas outras dúvidas surgiam: acerca do fazer docente, da troca de papel – deixar o de aluna para assumir o de professora –, de como ensinar Química de maneira a contribuir para a formação cidadã dos estudantes, entre outras.

Há, ainda, outro aspecto importante de ser mencionado nessa apresentação sobre os caminhos trilhados na minha escolha e formação profissional e que estão associados à problemática desta tese. Falo da oportunidade que tive de realizar estágio durante o curso de graduação. Esse estágio, realizado em uma empresa especializada no ramo de farmácia de manipulação e, posteriormente, em uma empresa de embalagens metálicas no controle de qualidade de tintas/verniz, permitiu-me vivenciar muitas situações que levei para o meu fazer pedagógico no momento em que pude assumir a docência. Particularmente, menciono os conhecimentos específicos adquiridos, mas, sobretudo, as reflexões sobre a relação entre eles e a vida cotidiana. Além disso, considero que foi nesse período que iniciei uma reflexão sobre os riscos e benefícios do uso desses produtos tanto para os sujeitos como para a sociedade de forma geral.

Minhas primeiras experiências no campo da docência estão associadas à participação como bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid). Criado em

2007, o programa fomentado pelo governo federal oferece bolsas aos acadêmicos das licenciaturas para que se dediquem à realização de estágio docência nas escolas públicas. Nesse programa, tive oportunidade de adentrar e conhecer o espaço escolar, observando como o ensino de Ciências e de Química se constituía de fato, suas características e especificidades, que, muitas vezes, ficam distantes das discussões teóricas oportunizadas pela academia. Outra experiência significativa, e que me fez entender o verdadeiro sentido de ser professora, foi o estágio realizado junto às escolas do município de Passo Fundo, assessorando alunos com deficiência.

Ainda na graduação, e dois meses antes de concluir a licenciatura em Química, iniciei minha caminhada como docente da educação básica junto à Secretaria Estadual de Educação do Rio Grande do Sul. Embora sem ter concluído a graduação, fui convocada para um contrato emergencial e assumi turmas do ensino médio noturno, além da sexta e da sétima séries do ensino fundamental no período matutino. Tomada por medos frente aos desafios, especialmente em termos do fazer docente, da prática de ensino, da relação professor-aluno, considero que essa oportunidade de docência foi determinante na minha decisão definitiva por ser professora de Química.

Esses medos, aos poucos, foram se transformando em busca constante por novas práticas pedagógicas e provocando inquietações que tenho tentado superar a cada momento, mas que carecem, ainda, de muitas respostas, como as que persigo nesta tese. Essas respostas talvez não existam ou não estejam disponíveis na forma como imagino ou como gostaria que estivessem, como em um manual com receitas, mas buscá-las possibilita refletir sobre minha caminhada, minhas ações e contribuição na formação dos jovens e da sociedade em geral.

Nesse caminho de busca, localizo academicamente minha formação continuada como uma das mais significativas após a conclusão do curso de graduação. Ela iniciou com a realização de um curso de especialização em Metodologia do Ensino de Biologia e Química, que oportunizou discutir e avançar na construção de conhecimentos acerca das atividades experimentais, foco principal de minhas investigações nesse período, pertinentes e relevantes para a qualidade do ensino de Ciências e de Química na educação básica.

Na sequência dessa especialização, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional, ocasião em que me debrucei nos estudos de práticas de ensino de Química que permitissem ao sujeito aprender com sentido e significado. O estudo desenvolvido esteve alicerçado na Teoria da Aprendizagem Significativa e no enfoque

CTS². Na oportunidade, desenvolvi uma sequência didática envolvendo um conjunto diversificado de atividades para abordar as reações químicas a partir de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) voltada ao enfoque CTS. Como resultado, o estudo demonstrou ser exitosa a metodologia diferenciada que havia sido desenvolvida. Isso porque os alunos participantes evidenciaram maior interesse pelas atividades em comparação com as aulas anteriormente ministradas e que utilizavam metodologias tradicionais, percepção confirmada na análise das avaliações dos estudantes, que apresentaram indícios de aprendizagem significativa ao longo da proposta e permitiram identificar alguns aspectos expressos acerca da temática CTS. Diante dessas evidências, a investigação apontou que as discussões promovidas nas aulas acarretaram mudanças conceituais e habilidades crítico-reflexivas nos estudantes, permitindo interpretar que as atividades contribuíram no desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e competências importantes e necessárias ao exercício da cidadania.

Em 2018, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Educação – Doutorado em Educação, na Universidade de Passo Fundo, movida pelo propósito de aprofundar as discussões e os saberes acerca do papel da escola no contexto contemporâneo, assim como refletir sobre a contribuição da educação científica para a formação dos sujeitos. O trabalho desenvolvido no mestrado apontara a necessidade de ampliar as discussões oferecidas pela abordagem CTS e as questões que permeiam o âmago do processo de escolarização, que está, no meu entendimento, na alfabetização científica dos sujeitos. Com esse propósito, mergulhei em leituras referentes ao tema e percebi diferenças nas compreensões quanto ao sentido e ao significado do conceito de Alfabetização Científica (AC).

Ao aprofundar as leituras, identifiquei, nas obras do filósofo belga Gérard Fourez, um entendimento que veio ao encontro do que pretendia discutir no doutorado, ampliando a investigação realizada no mestrado – a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT)³. A abordagem do autor, que é utilizada como referencial desta tese, permite analisar as contribuições da ACT à luz de elementos que julgo presentes no universo vivencial dos estudantes, como a tomada de decisão a partir do domínio conceitual.

Aqui é válido destacar a dupla compreensão de Fourez (1997) acerca dos compromissos das escolas que, em nossa sociedade vivem a tensão entre um projeto de adaptação às técnicas e um projeto emancipador. Conforme o autor, um projeto emancipador consiste em

² Título da dissertação: *Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de Reações Químicas*.

³ Algumas traduções utilizam “Alfabetização Científica e Técnica”, mas optamos por utilizar ao longo do texto a expressão “Alfabetização Científica e Tecnológica” por entendermos que o processo de alfabetização discutido por Fourez está voltado à tecnologia no seu sentido amplo.

proporcionar ao sujeito uma formação científica e tecnológica que oportunize condições de fazer escolhas conscientes no meio onde vive, por compreender a ciência e a tecnologia. Ainda, a escola precisa enaltecer em suas práticas as duas maneiras que ela se faz presente na sociedade: como parte da estrutura social e por meio do saber profissional/pensamento técnico, que leva o sujeito vislumbrar uma carreira científica, se esse for seu desejo. A concepção de Fourez acerca da função da escola na sociedade é alicerce para suas discussões sobre o papel do ensino escolar de Ciências e sua defesa acerca da ACT junto à importância de um ensino que conduza o sujeito à tomada de decisões ao longo da vida.

No entendimento do autor, a ACT é a promoção de uma cultura científica e tecnológica que proporciona ao sujeito condições de questionar a ciência e a tecnologia dentro da sociedade contemporânea. Constitui-se, portanto, numa necessidade para a inserção na sociedade atual, além de ser uma condição ligada à dignidade humana.

Entretanto, a compreensão adotada por Fourez não é consensual no âmbito da AC, havendo variações de entendimentos e características que mostram que a expressão é polissêmica, levando a literatura a ocupar-se de discuti-la. Isso decorre de sua utilização associada a diferentes escolas teóricas, como mostram Sasseron e Carvalho (2011, p. 60):

Os autores de língua espanhola, por exemplo, costumam utilizar a expressão “Alfabetización Científica” para designar o ensino cujo objetivo seria a promoção de capacidades e competências entre os estudantes capazes de permitir-lhes a participação nos processos de decisões do dia-a-dia (Membiela, 2007, Díaz, Alonso e Mas, 2003, Cajas, 2001, Gil-Pérez e Vilches-Peña, 2001); nas publicações em língua inglesa o mesmo objetivo aparece sob o termo “Scientific Literacy” (Norris e Phillips, 2003, Laugksch, 2000, Hurd, 1998, Bybee, 1995, Bingle e Gaskell, 1994, Bybee e DeBoer, 1994); e, nas publicações francesas, encontramos o uso da expressão “Alphabétisation Scientifique” (Fourez, 2000, 1994; Astolfi, 1995).

Todavia, as autoras mencionam que, embora haja tais diferenças, o núcleo comum se mantém o mesmo e está associado à preocupação de um ensino de Ciências direcionado à “formação cidadã dos alunos para ação e atuação em sociedade” (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 59-60). Ou, segundo Sasseron (2015, p. 56), “revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento”.

Em outras palavras, em seu sentido mais geral, a AC está direcionada a oportunizar aos estudantes capacidades e competências que lhes permitam tomar decisões de forma consciente frente aos eventos cotidianos. Sobre esse entendimento mais geral, e tendo em vista as diferentes especificidades que podem orientar a AC, Santos (2007, p. 477) destaca que, “se a prioridade for preparar novos cientistas, o enfoque curricular será centrado em conceitos

científicos; se o objetivo for voltado para a formação da cidadania, o enfoque englobará a função social e o desenvolvimento de atitudes e valores”. O autor enfatiza, ainda, que a primeira interpretação está relacionada à AC e vem sendo considerada na acepção do domínio da linguagem científica, enquanto que a segunda, associada ao Letramento Científico (LC), volta-se ao uso do conhecimento científico na prática social.

Cunha (2018), por sua vez, ao percorrer a literatura nacional, aponta que os estudos têm adotado a expressão “Alfabetização Científica” para ambos os casos, sendo poucos os autores que levam em conta essa diferenciação. Ele finaliza destacando que o enfoque desses estudos está voltado às relações da ciência e tecnologia com a sociedade:

A análise dos artigos de pesquisadores do ensino de ciências, selecionados entre os trabalhos mais citados que tratam de alfabetização científica e de letramento científico, mostra um consenso sobre a importância da abordagem das relações entre ciência e sociedade na educação científica (CUNHA, 2018, p. 37).

Sem nos atermos em demasia às discussões sobre diferenças e semelhanças entre AC e LC, por fugir ao escopo do trabalho, chegamos à ACT pronunciada por Fourez (1997). Como mencionado anteriormente, a ACT preconiza que os conhecimentos no âmbito das Ciências discutidos em sala de aula devem estar alinhados com os avanços científicos e tecnológicos da sociedade contemporânea, a fim de que se possa dotar os sujeitos de instrumentos para interagir com essa tecnologia de forma crítica, ética e responsável.

Essa compreensão de Fourez (1997) revela que o ensino de Ciências deve perseguir o desenvolvimento e a obtenção de conhecimentos científicos que permitam aos sujeitos compreender a realidade de maneira autônoma e crítica, tendo como finalidade o domínio, a autonomia e a comunicação dos saberes. A isso queremos agregar a necessidade de que a tomada de decisão envolva discussão sobre os riscos, não apenas no contexto individual, mas também social. Tal entendimento está amparado nas discussões acerca do contexto de pós-modernidade ou modernidade reflexiva (GIDDENS, 1991; BECK, 2011) que a sociedade vive.

Uma característica relevante dentro do nosso cenário de modernidade consiste nos riscos associados aos eventos, com destaque para as situações que envolvem aspectos de ciência e tecnologia. Tais fatores, que, em outros contextos de modernidade, estavam vinculados somente à solução de problemas, hoje ganham novas particularidades, pois, cada vez mais, os avanços da ciência e da tecnologia trazem consigo riscos e outros problemas, muitas vezes ameaças em escalas globais. A essa conjuntura, que Beck (2011) denomina de “sociedade de risco”, todos (especialista e leigos) estão submetidos e, portanto, precisam ter condições de compreender tais

fenômenos e processos por completo, interpretando, também, os riscos atrelados à tomada de decisões.

Esta é a tese que defendemos neste estudo, de que a formação cidadã oportunizada pela ACT possa estar agregada a uma reflexão dos estudantes sobre os riscos que a sociedade contemporânea produz para sua própria sobrevivência. Nessa defesa, estão presentes minhas indagações e meus anseios como docente, pois, no cotidiano da sala de aula, percebo que os alunos manifestam ter compreendido determinados conteúdos, porém não estabelecem relações com situações vivenciais, muito menos com a vida em sociedade. Esse distanciamento que eles insistem em manter, fruto, talvez, de uma formação que pouco oportunizou estabelecer tais relações, tem dificultado contemplar elementos como os apontados por Fourez.

A título de exemplo, menciono que, no primeiro ano do ensino médio, é desenvolvido o conteúdo de interações intermoleculares, o que remete a conhecimentos sobre solubilidade das substâncias. Entretanto, os mesmos alunos que, na escola ou em uma prova, conseguem relatar toda a teoria envolvida nesse conteúdo, em suas casas, não conseguem compreender a ação do detergente ao lavar a louça engordurada, ou escolher o melhor produto de limpeza para retirar da roupa uma mancha de óleo lubrificante. Tampouco conseguem verificar que o uso de produtos de limpeza e do óleo lubrificante gera riscos ao meio ambiente, quando não se possui um sistema de tratamento de efluente doméstico e coleta de óleo adequado, ou que o contato com tais produtos de forma inadequada pode trazer malefícios/riscos à própria saúde.

Na mesma direção, temos que, durante todo o ensino de Química, discute-se sobre número de oxidação, porém um estudante que é capaz de compreender teoricamente o estado de oxidação do ferro, nas diferentes substâncias que ele constitui, em geral, não consegue responder e justificar, por exemplo, por que colocar um prego dentro da panela em que se está cozinhando feijão não ajudará no combate à anemia. Menos ainda, esse aluno irá identificar os alimentos ricos em sais minerais de ferro, ou conseguirá, com base nos saberes construídos ao longo da educação básica, propor um cardápio equilibrado para o seu dia a dia, compreendendo a importância disso para a manutenção da qualidade de vida. E esse é um fator que gera consequências para si e para os demais, pois muitas doenças associadas à má alimentação e que geram gastos de dinheiro público no tratamento podem ser evitadas se o estudante for capaz de vislumbrar que a prevenção é a melhor alternativa para o bem individual e coletivo.

Embora tente trazer essas discussões, via de regra, parece que o que realmente importa aos alunos é o conteúdo que irei cobrar na prova, sem que demonstrem qualquer necessidade de entender Química como parte de um processo formativo voltado à atuação na sociedade. Essa falta de compreensão acerca da ciência e da sua influência para o comportamento e as

decisões dos sujeitos, tanto individuais como coletivas, deixa-os à mercê da mídia ou de especialistas, privando-os de condições de julgar o que muitas vezes lhes é imposto socialmente.

Amparada por essa preocupação que advém de minha experiência profissional e que se soma ao apresentado na literatura em relação aos objetivos e à realidade presente no ensino de Química, encontro, na compreensão de ACT, de Fourez (1997), e na visão de Sociedade de Risco (SR), de Beck (2011), elementos para o problema de pesquisa sobre o qual pretendo me debruçar. Esse problema, contextualizado nas páginas anteriores, encontra-se expresso pelos seguintes questionamentos: em que medida a apatia dos estudantes em sala de aula sobre as relações dos conteúdos químicos com o cotidiano pode estar vinculada à forma como esses conteúdos lhes são apresentados? Que aspectos precisam estar presentes na ressignificação das práticas pedagógicas em Química de modo a favorecer a formação de sujeitos críticos e conscientes de sua responsabilidade social? Como aliar a necessidade de contemplar conceitos científicos com uma formação que enfatiza a cidadania? Esses e outros questionamentos direcionam o olhar da tese para demarcações e recortes, típicos de um estudo desta natureza, levando a formulação de uma pergunta de pesquisa que acompanhou o estudo até a etapa de qualificação: que contribuições à formação cidadã são percebidas nos estudantes mediante a abordagem didática dos conceitos químicos, estruturada com base na ACT?

Todavia, após a etapa de qualificação com os ajustes realizados em decorrência desse processo e estando na iminência do entrar em sala de aula, fomos acometidos pela pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2 (COVID-19) nos anos de 2020 e 2021, o que impossibilitou a aplicação do estudo desenhado na forma de uma sequência didática. Inicialmente e no primeiro semestre do ano de 2020, as escolas da rede pública estadual do Rio Grande do Sul – lócus do estudo em desenvolvimento - estiveram fechadas considerando o decreto nº 55.118 de 16 de março de 2020. No segundo semestre de 2020 as atividades estiveram liberadas considerando o ensino remoto síncrono e assíncrono, o que não se revelou adequado para o desenvolvimento de um estudo como o que pretendíamos. Em 2021 gradativamente os estudantes foram retornando as escolas, sendo que sua plenitude só foi possível no final deste ano e ainda com atividades modificadas em relação ao utilizado antes da pandemia.

O cenário de insegurança apresentado em 2020 levou a que tomássemos definições envolvendo novos rumos para o trabalho, ainda que preservando seu tema, objeto de estudo, escritos realizados e, especialmente, a sequência didática já estruturada. Destas novas definições e após aguardar todo o primeiro semestre de 2020 na esperança de que as aulas pudessem retornar no seu formato habitual, identificamos a possibilidade de passar a um estudo

que focasse no processo de avaliação da sequência didática por professores que atuam no ensino médio e envolvidos com o ensino de Química ou em uma possibilidade ampliada, na área de Ciências da Natureza.

Desse novo direcionamento dado a tese, reestruturamos o questionamento central do estudo de modo a alinhar com o contexto imposto pela pandemia e voltando-se a uma avaliação por parte de professores que atuam na rede pública de ensino, ficando assim expressa: Quais as contribuições de uma proposta de ensino que articula a ACT com as discussões de SR na busca por promover uma formação cidadã a estudantes do ensino médio?

Por formação cidadã associamos a compreensão de Fourez em termos da ACT, somada à perspectiva de que, para a tomada de decisão, os sujeitos precisam considerar a vida em sociedade e, especialmente, os riscos associados às escolhas que são realizadas. Esse entendimento de formação cidadã ainda que por ser discutido e estruturado ao longo dessa tese, se associa a perspectiva da ACT nos atributos definidos por Fourez e que serão apresentados no próximo capítulo – Autonomia, Domínio e Comunicação.

A partir dessas definições e das adaptações realizadas, anunciamos como objetivo da presente tese analisar na voz de professores que atuam na educação básica, a pertinência de uma sequência didática voltada a formação cidadã e apoiada nos pressupostos teóricos da ACT em Gérard Fourez e do entendimento de SR em Ulrich Beck, para abordar o tema “Agrotóxicos” no ensino médio.

A pertinência avaliada encontra-se associada as concepções teóricas assumidas como pressupostos para a elaboração da sequência didática frente a perspectiva de contribuir para a formação cidadã dos jovens.

O objetivo geral anunciado desmembra-se nos seguintes objetivos específicos:

- Revisar teses e dissertações que tratam sobre AC, LC, ACT e formação cidadã no contexto da Educação Química;
- Apresentar a compreensão de ACT e de SR na voz de seus precursores, apontando para uma compreensão de formação cidadã a partir de tais pressupostos;
- Elaborar e avaliar uma sequência didática associada ao tema Agrotóxico que contemple as especificidades dos fundamentos teóricos apresentados;
- Realizar um curso de formação continuada para professores da área de Ciências da Natureza de forma de abordar e avaliar a sequência didática elaborada para o estudo.

Na busca por atingir tais objetivos e a partir dos estudos teóricos e da pesquisa de revisão bibliográfica realizada nas teses e dissertações nacionais, estruturamos uma sequência didática

com objetivo de contemplar o tema “Agrotóxico” a partir dos referenciais teóricos adotados na tese. A sequência didática foi direcionada ao Ensino Médio da rede pública, tendo como foco contribuir com a formação cidadã dos estudantes. A partir da elaboração dessa sequência didática e na impossibilidade de aplicá-la diretamente com os estudantes em função da situação de pandemia vivenciado em 2020 e 2021, organizamos um curso de extensão universitária para professores das redes públicas de ensino do país, voltado a discutir a sequência didática elaborada e seus pressupostos teóricos. O objetivo do curso foi verificar, na voz dos professores que atuam na Educação Básica, suas percepções sobre a pertinência e a viabilidade didática da sequência elaborada.

Em termos metodológicos, a tese busca amparo em uma pesquisa de abordagem qualitativa e interpretativa, seguindo as discussões de Bogdan e Biklen (1994). Segundo os autores essa metodologia “ênfatisa a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais” (p. 11). Ainda conforme os mesmos autores: “os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitem tomar em consideração as experiências do ponto de vista do informador” (p. 51). Como instrumentos utilizamos um questionário, entrevista e registros em um diário. Para análise dos dados nos ocupamos de adotar o procedimento anunciado por Moraes e Galiazzi (2006; 2011) e denominado de “Análise Textual Discursiva” (ATD), trazendo categorias estabelecidas *a priori* e categorias identificadas a partir dos dados produzidos, denominadas de “emergentes”.

Com vistas a descrever o caminho trilhado na tese, o texto está organizado em seis capítulos, iniciando pela presente Introdução, tida como primeiro capítulo e no qual apresentamos a partir de reflexões sobre a Educação em Ciências e o Educação Química, o problema de pesquisa, objetivos e outros elementos introdutórios da tese. O Capítulo 2, voltado a apresentar uma revisão de literatura em teses e dissertações brasileiras referente a AC, LC e ACT e da formação cidadã, delimitada pelos estudos envolvendo o componente curricular Química. Descrever no capítulo 3 os aportes teóricos do estudo circunstanciados pela discussão de ACT em Gérard Fourez e Sociedade de Risco em Ulrich Beck, acrescidos de autores da área de Educação em Ciências, finalizando com uma discussão sobre um entendimento de formação cidadã.

Dando prosseguimento, apresentamos o Capítulo 4, destinado a discutir a metodologia do estudo, particularmente apresentando seus aportes teóricos, os instrumentos utilizados para produção dos dados e a descrição dos participantes da pesquisa empírica. A seguir, o Capítulo 5, que traz a descrição da sequência didática elaborada e do curso de extensão realizado. Na sequência o Capítulo 6 destinado a responder ao questionamento central do estudo apoiando-se

na discussão dos dados produzidos pelo curso realizado e pelas respostas dos participantes ao questionário e as entrevistas realizadas. Por fim, tecemos as considerações finais na forma de conclusão da tese e de apontamentos para novas perspectivas de estudos.

2 O QUE DIZEM AS PESQUISAS⁴

O capítulo analisa a produção acadêmica em teses e dissertações brasileiras em termos do componente curricular Química na perspectiva da AC, ACT, LC e da formação cidadã, observando as características, especificidades e limitações dessas pesquisas. Na sequência, descreve a metodologia e os resultados encontrados.

2.1 Procedimentos para definição do *corpus*

Para localizar e a seguir analisar os trabalhos, tomamos como referencial metodológico o descrito em uma pesquisa de natureza bibliográfica (GIL, 1999), associado a um estudo do tipo estado da arte, que, conforme Ferreira (2002), traz o desafio de mapear e de discutir a produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento.

Os trabalhos que constituem o *corpus* de investigação foram identificados junto ao Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), utilizando como descritores: “química” AND “alfabetização científica e tecnológica” AND “formação cidadã”; “química” AND “letramento científico e tecnológico” AND “formação cidadã”; “química” AND “enculturação científica e tecnológica” AND “formação cidadã”. O recorte temporal abrangeu os estudos publicados no período de 2008 a 2021.

Os descritores representam as palavras ou expressões que foram escolhidas pelos autores das produções acadêmicas como representativas de sua pesquisa e, logo, possibilitam aos leitores identificar que o estudo contempla o tema em pauta. A sua definição é uma etapa importante para a busca de estudos relacionados à temática em investigação, e sua construção pode se dar por meio de um conjunto de palavras que são conectadas por operadores booleanos do tipo AND, OR ou NOT.

A adoção dessas técnicas e a seleção das palavras-chave na forma de descritores possibilitaram-nos encontrar um conjunto de dissertações e teses que pensamos ser

⁴ Este capítulo foi ampliado a partir da qualificação, sendo que parte dele foi publicado no artigo intitulado “Educação em Ciências/Química e alfabetização científica na perspectiva da formação cidadã: características e tendências das pesquisas nacionais”, publicado na *Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - REMEC*, v. 7, n. 3, 2019.

representativo do campo, embora com a noção de que outros estudos podem ter ficado à margem desse mapeamento⁵.

2.2 Um exame descritivo dos estudos encontrados

Ao realizar a busca, seguindo os descritores anunciados, encontramos um total de 51 produções, porém ao excluir os trabalhos que apareceram duplicados, restou um universo de 36 estudos, dos quais foram descartados cinco por fugirem ao escopo da pesquisa. São eles: *As repercussões do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano para a formação inicial do docente* (MARTINS, 2016), cuja discussão se relaciona à formação docente inicial e às contribuições do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid), sem uma aproximação com a ACT; *Limitações da prática docente no uso de tecnologias da informação e comunicação* (SCHUHMACHER, 2014), trabalho que tem centralidade no potencial das tecnologias de informação e comunicação para o contexto escolar; *Ensino de Matemática, CTS e formação para a cidadania: experiência vivenciada na comunidade de Três Marias, em Perimirim/MA* (OLIVEIRA, 2012), que não aborda a ACT na perspectiva do estudo em desenvolvimento; *Letramentos Digitais Docentes: uma proposta para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia* (NASCIMENTO, 2018), por ter o cerne da discussão nas tecnologias da informação e comunicação; *Bioética e sua contribuição para a formação do Enfermeiro* (BASTOS, 2018), que discute a importância da disciplina de Bioética na formação do enfermeiro. Por fim, um sexto trabalho, intitulado *Temas sociocientíficos em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS* (SANTOS, 2011), foi descartado por não ser possível ter acesso à tese completa, visto que o repositório não é de domínio público.

A partir disso, investigamos com maior proximidade as 30 publicações, que apresentadas no Quadro 1. Na sequência, e ainda nesta seção, relataremos os estudos, conforme a ordem cronológica de produção.

⁵ Embora utilizado Química como descritor na busca, emergiram trabalhos de outros componentes da área, como de Biologia, os quais optamos em considerar por se tratarem de produções do campo de estudo das Ciências da Natureza.

Quadro 1 - Relação dos artigos selecionados como corpus da investigação

Título	Autor	Produção	Instituição/ Estado federativo	Ano
<i>A automedicação como tema social no ensino de Química para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica</i>	Graziela Piccoli Richetti	Dissertação	UFSC/SC	2008
<i>Ciências na oitava série: da Química disciplinar à Química do cidadão</i>	Tathiane Milaré	Dissertação	UFSC/SC	2008
<i>Jovens na educação de jovens e adultos e sua interação com o ensino de Química</i>	Marcel Thiago Damasceno Ribeiro	Dissertação	UFMT/MT	2009
<i>O papel do conhecimento científico na constituição do sujeito-aluno na educação de jovens e adultos</i>	Raphael Rodrigues Costa	Dissertação	UFSC/SC	2013
<i>A mediação docente na produção de textos escritos em aulas de ecologia</i>	Mayumi Yamada	Dissertação	USP/SP	2013
<i>Nanotecnologia Verde em uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta didática WebQuest para a alfabetização científica na educação básica</i>	Silvia Bernardinelli	Dissertação	UFSCAR/SP	2014
<i>Compreensões de professores sobre abordagens da biotecnologia no ensino de Química</i>	Leonardo Victor Marcelino	Dissertação	UFSC/SC	2014
<i>O ensino de Ciências na perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta</i>	Werner Zacarias Lopes	Dissertação	UFSC/SC	2014
<i>Possibilidades de enfoque CTS para o ensino superior de Química: proposta de uma abordagem para ácidos e bases</i>	Albino Oliveira Nunes	Tese	UFRN/RN	2014
<i>Formação continuada para professores de Biologia sobre Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)</i>	Rosiane Resende Leite	Tese	Universidade e Cruzeiro do Sul/SP	2016
<i>Formação do pensamento científico durante o processo de alfabetização científica no ensino de Teorias Atômicas e Elementos Químicos</i>	Leizi de Machi Oliveira	Dissertação	UTFPR/PR	2016
<i>Aprender experimentando no contexto de uma formação continuada de professores dos anos iniciais</i>	Ana Paula Dick	Dissertação	FUVATES/ RS	2017
<i>Alfabetização Científica e Tecnológica com professores do ensino fundamental</i>	Marcos Cesar Rodrigues de Miranda	Dissertação	UFSCAR/SP	2017
<i>O estudo de conceitos químicos em uma abordagem CTSA por meio da temática corantes têxteis</i>	Angelica Ramos da Luz	Dissertação	IFG/GO	2017
<i>Formação continuada para o ensino de Ciências na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): contribuições para professores dos anos iniciais</i>	Fabiane Fabri	Tese	UTFPR/PR	2017
<i>Pegada ecológica do lixo: desenvolvimento crítico, analítico e científico na educação ambiental de estudantes do 6º ano do ensino fundamental</i>	Ronaldo Marques	Dissertação	UTFPR/PR	2017
<i>O processo de construção de um game para o reconhecimento dos níveis de alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química</i>	Tiago Franceschini da Rosa	Dissertação	UTFPR/PR	2018

Título	Autor	Produção	Instituição/ Estado federativo	Ano
<i>Desvelando a presença do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no curso superior de Gastronomia da Universidade Cruzeiro do Sul</i>	Rosana Fernandez Medina Toledo	Tese	Universidade e Cruzeiro do Sul/SP	2018
<i>Alfabetização Científica na Disciplina de Prática de Ensino de Ciências de um Curso de Pedagogia</i>	Adelma Francisca Mendes Marques	Dissertação	Universidade e Cruzeiro do Sul/SP	2018
<i>Alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de química</i>	Ana Carolina Dias de Oliveira	Dissertação	UFSCAR/SP	2019
<i>Concepções de Alfabetização Científica reveladas por Graduandos de um curso de Pedagogia</i>	Ilda Felix Matheus	Dissertação	Universidade e Cruzeiro do Sul/SP	2019
<i>Contribuições da Problematização como Estratégia Didática para a Alfabetização Científica (AC) nas Aulas de Ciências'</i>	Juliana Arruda da Silva	Dissertação	Universidade e Cruzeiro do Sul/SP	2019
<i>Percepções sobre ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de ciências da natureza: limites e possibilidades de uma ação didático-formativa</i>	Loryne Viana de Oliveira	Dissertação	IFG/GO	2019
<i>Questões Sociocientíficas no Contexto da Formação Inicial e Continuada de Professores de Ciências da Natureza</i>	Julyana Cardoso Carvalho	Dissertação	UFRGN/RN	2019
<i>Reorientação Curricular na Disciplina Química via Tema Gerador: Uma Aproximação Freire-CTS</i>	Ana Beatriz Francelino Jota	Dissertação	UFRGN/RN	2019
<i>Concepções de Professores dos Anos Iniciais sobre Alfabetização e Letramento Científico.</i>	Valeria Gomes Campos da Silva	Dissertação	Universidade e Cruzeiro do Sul/SP	2019
<i>Um estudo à luz do enfoque CTSA nos currículos das licenciaturas em Química das Instituições Públicas de Ensino Superior do Estado do Paraná</i>	Rosilene dos Santos Oliveira	Dissertação	UEM/PR	2020
<i>Saberes Populares e Alfabetização Científica e Tecnológica: Possibilidades e Desafios para a Formação Continuada de Professores de Ciências da Natureza</i>	Larissa Aparecida Rosendo da Silva	Dissertação	UFSCAR/SP	2020
<i>A história de Marie Skłodowska Curie viabilizando a Alfabetização Científica e Tecnológica'</i>	Karoline dos Santos Tarnowski	Dissertação	UFSC/SC	2020
<i>A presença do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nos Livros Didáticos de Ciências utilizados nos Anos Finais do Ensino Fundamental na cidade de Ouro Branco/MG</i>	Pedro Xavier Da Penha	Tese	Universidade e Cruzeiro do Sul/SP	2020

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Para especificar o que contemplam e como estão associados aos temas desta revisão de literatura, descrevemos a seguir cada um dos estudos, na ordem apresentada no Quadro 1, destacando os aspectos mais relevantes, como objetivo(s), problema, público-alvo, método de produção de dados e resultados.

O primeiro estudo, sob o título *A automedicação como tema social no ensino de Química para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica*, constatou-se que busca apontar a relevância da discussão sobre a automedicação como tema contextualizador dos conteúdos de Química para o ensino médio, visando à ACT. A questão norteadora consiste em como a automedicação pode ser abordada no ensino de Química e quais as possibilidades de articulá-la com os conteúdos curriculares. Para o desenvolvimento do estudo, a autora propõe três Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) em torno do assunto automedicação, demonstrando, nos resultados encontrados, seu potencial como tema contextualizador e favorecedor da ACT.

Por sua vez, a pesquisa intitulada *Ciências na 8ª série: da Química disciplinar à Química do cidadão* traz um mapeamento acerca dos documentos norteadores do ensino de Ciências na oitava série das redes estaduais de Florianópolis/SC e de São Paulo/SP, confrontando as orientações documentais com a realidade da sala de aula. Como questão central, a investigação coloca a possibilidade de aproximar as duas vertentes dentro da sala de aula e amenizar as dificuldades encontradas com a formação básica do estudante desse nível de ensino. As vertentes que a autora aponta são a Química disciplinar e a Química do cidadão. Além disso, a autora visa que os professores de ciências da oitava série avaliem uma proposta didática construída nesse estudo. Entretanto, essa finalidade não foi alcançada, devido a um problema de rotatividade de professores e à ausência de retorno dos questionários que lhes foram enviados, ficando em aberto essa etapa de investigação. Os resultados do estudo apontam disparidade entre teoria (documentos) e prática (sala de aula), levando a pesquisadora a elaborar uma proposta de ensino baseada nos pressupostos da ACT, como forma de auxiliar na resolução do problema encontrado.

O estudo *Jovens na educação de jovens e adultos e sua interação com o ensino de Química* tem como cerne a relevância dos saberes químicos para os sujeitos que optam pela educação de jovens e adultos (EJA) e a sua interação com os conhecimentos da Química. A investigação, realizada por metodologia qualitativa, teve como público oito jovens da terceira fase do ensino médio e três professores de Química de uma instituição de Cuiabá/MT. Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram dois questionários e entrevista semiestruturada, analisados com base na perspectiva da abordagem interpretativa. Os resultados evidenciam que, com a valorização do conhecimento científico e o crescente desenvolvimento tecnológico da sociedade, a apropriação de conhecimentos de Química torna-se indispensável à formação de cidadãos críticos, conscientes e participativos.

A investigação *O papel do conhecimento científico na constituição do sujeito-aluno na educação de jovens e adultos* é orientada pela problemática da dimensão da apropriação e significação do conhecimento científico pelo aluno da EJA e como ela favorece a sua constituição como sujeito crítico. O objetivo do estudo consiste em discutir sobre a natureza de tais processos, acompanhando alunos da disciplina de Química na EJA ensino médio ao longo de um ano. A pesquisa aborda elementos relacionados à alfabetização química (AQ) desses alunos, e os resultados apontam que eles estão em vias de formação ontológica e epistemológica, de modo que a AQ representa uma ferramenta potencializadora desse processo. Os procedimentos metodológicos baseiam-se no estudo de caso comparativo e na análise textual discursiva. Após um ano de investigação, o pesquisador concluiu que existe um processo de AQ, mas que é insuficiente, pois, mesmo ao final de um ano de estudos na disciplina de Química, um aluno mostrou-se acrítico frente aos quatro analisados.

O estudo intitulado *A mediação docente na produção de textos escritos em aulas de ecologia* parte da compreensão de que o ensino de Ciências tem como foco o desenvolvimento de indivíduos como membros conscientes e críticos na sociedade. Seguindo esse pressuposto, a autora investiga as interações estabelecidas durante a preparação e a aplicação da sequência didática e suas relações com a mediação da professora e a produção textual dos alunos. O objetivo geral é compreender as interações existentes entre os sujeitos envolvidos no quadro enunciativo em questão e suas relações com a produção textual, e o problema central está atrelado à forma como a mediação da professora, em uma aula de ecologia, pode influenciar na produção de explicações escritas pelos alunos. A produção de dados ocorreu pela transcrição da fala dos alunos, produção textual, análise interacional e análise conceitual. Em suas considerações, a autora aponta que, para o processo de AC, é importante que o discurso do professor e o material utilizado em sala de aula estejam conectados, uma vez que os alunos podem reproduzir tanto o que é considerado cientificamente aceito em termos técnicos quanto ideias equivocadas. Além disso, um material que não dá possibilidades de criação pode restringir as atitudes dos alunos a comportamentos passivos.

A dissertação *Nanotecnologia Verde em uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta didática WebQuest para a alfabetização científica na educação básica* analisa uma intervenção didática frente ao uso de tecnologia e na perspectiva das relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. O foco está em promover a AC e o pensamento crítico necessário à formação cidadã. A pergunta que norteia a investigação é: quais as potencialidades e limitações da utilização da WebQuest, como recurso didático, e da nanotecnologia, como temática, na promoção da alfabetização científica e tecnológica no contexto da educação

básica? A coleta de dados aconteceu por meio de questionários e atividades descritivas. Os resultados da investigação mostram que a nanotecnologia é uma temática com grande potencial para promover a AC na educação básica, assim como o recurso da WebQuest.

Compreensões de professores sobre a abordagem da biotecnologia no ensino de Química é o título de um estudo de caso comparativo cujo objetivo consiste em discutir as compreensões sobre biotecnologias dos professores participantes e as relações que estabelecem entre o tema e o ensino de Química, visando à educação para democratização da tomada de decisão. A análise de dados ocorreu por meio das produções associadas a entrevistas semiestruturadas. Como resultados, a pesquisa aponta que os obstáculos a serem superados para inserir as biotecnologias no ensino de Química são os mitos da atividade científica, com atenção para a crença na certeza científica, os objetivos pedagógicos e os valores que os subjazem. O autor defende a necessidade de contemplar esses fatores tanto na formação inicial e/ou permanente dos professores como nos livros didáticos, principalmente por identificar que os docentes questionados na pesquisa revelam compreensões ingênuas sobre a importância do conhecimento químico na tomada de decisões e sua função social.

A investigação intitulada *O ensino de ciências na perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta* foi realizada com professores das séries iniciais, focalizando o diagnóstico, a análise e o desenvolvimento de uma proposta sobre o ensino de Ciências na perspectiva da AC no enfoque da CTS. De natureza qualitativa, ela se volta a uma pesquisa-ação que utiliza, como instrumentos para coleta de dados, questionário com perguntas abertas, observação participante e análise de projeto, além do diário de campo. Os resultados apontam que os professores participantes apresentam uma percepção conceitual linear e tradicional a respeito dos conteúdos de Ciências.

O trabalho *Possibilidades de Enfoque CTS para o ensino superior de Química: proposta de uma abordagem para ácidos e bases* discute a inserção do enfoque CTS no ensino de Química, mediante a elaboração de material didático complementar sobre os conceitos de ácidos e bases estudados na disciplina de Química Geral, voltado às licenciaturas de Ciências Naturais. Tem como público-alvo estudantes de curso de formação de professores e, para produção de dados, utiliza dois questionários, compostos respectivamente por uma escala de *Likert*, uma escala de diferencial semântico e questões abertas, com tratamento qualitativo e quantitativo. Os resultados mostram que há pouca presença de propostas com enfoque CTS e Química-Sociedade-Ambiente (QSA) para o ensino sobre ácidos e bases, e, estando essas voltadas ao ensino médio ou para as disciplinas de Instrumentação para o Ensino, não se

encontra proposta para a disciplina de Química Geral. Com vistas a contribuir para a transformação dessa realidade, o estudo resulta, ainda, no desenvolvimento de um material didático a ser usado na referida disciplina no ensino superior.

A tese intitulada *Formação continuada para professores de Biologia sobre Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)* teve como objetivo possibilitar que, a partir de um curso de formação continuada sobre NdC&T/CTS, os docentes de Biologia da Rede Estadual de Ensino compreendessem melhor o significado de NdC&T, o funcionamento da C&T no mundo atual e as relações entre CTS e destas com a AC para todos os cidadãos. Esse aspecto é considerado o componente central da proposta, a qual é dirigida por indagações que tangem as mudanças de atitudes em relação a questões de NdC&T e do enfoque CTS, que podem ser identificadas nos professores após a realização de um curso de formação continuada com essa abordagem, bem como o impacto que elas representam sobre a prática educativa desses docentes. A coleta de dados foi realizada por meio de questionários, pré e pós-teste e diário de bordo do pesquisador. Os resultados apontam que a formação realizada a partir dessa intervenção (projeto de extensão) promoveu processos reflexivos nos professores participantes que levaram a mudanças de concepções em relação à NdC&T/CTS; houve uma sensibilização por parte dos docentes para a pertinência e necessidade de promoverem um ensino de Biologia com enfoque NdC&T/CTS; e possibilitou-se a compreensão da orientação CTS no currículo, o que pode vir a favorecer a educação.

O estudo *Formação do pensamento científico durante o processo de alfabetização científica no ensino de teorias atômicas e elementos químicos* investiga indícios do desenvolvimento da dimensão formadora e produtiva do processo de AC no ensino de Química (primeiro ano do ensino médio), por meio da implementação de uma unidade didática. Essa é composta por atividades fundamentadas na História da Ciência, capaz de promover a construção do pensamento científico no ensino de teorias atômicas e elementos químicos. O estudo, de natureza qualitativa, constitui-se em uma pesquisa de campo, com intervenção da professora pesquisadora. Para produção dos dados, são utilizados questionários aplicados antes e depois da unidade didática. A análise desses resultados revela a formação de uma visão reformulada, mais abrangente e interessante sobre a Ciência, caracterizando, portanto, a AC como cultural. A autora também observa que a abordagem histórica facilitou a compreensão do pensamento científico e a desmistificação da ciência, no sentido de mudar a concepção simplista, comum à grande parte das pessoas, tornando o fazer científico mais humanizado e próximo da realidade.

A investigação intitulada *Aprender experimentando no contexto de uma formação continuada de professores dos anos iniciais* apresenta a seguinte questão central: como os professores dos anos iniciais do ensino fundamental, participantes de uma formação continuada, envolvem-se com situações em que atividades experimentais são propostas como recursos para o ensino de Matemática, Física e Química, e como percebem a sua utilização em sala de aula? Os dados foram coletados nas interações entre o grupo de professoras participantes com os relatos e as discussões que foram suscitadas pela vivência das atividades experimentais propostas durante a realização da formação. O estudo permite inferir que a formação incentiva o uso das atividades experimentais na prática pedagógica dos docentes, uma vez que possibilita a desmistificação do ensino das Ciências Exatas, além de oportunizar uma partilha de experiências entre as participantes.

A dissertação *Alfabetização Científica e Tecnológica com professores do ensino fundamental* buscou orientar os professores participantes para que, em sua ação educadora, desenvolvessem a ACT de forma que os alunos a vislumbrassem em seu cotidiano. O objetivo da pesquisa foi elaborar um curso de formação continuada, tendo como público-alvo os professores do ensino fundamental, com elementos que pudessem inserir a ACT na prática docente nesse nível de escolarização. O questionamento principal esteve atrelado a identificar quais elementos são necessários em um curso de formação continuada de professores sobre AC para que possa ser significativo e envolvê-los em todo o processo formativo da docência. A abordagem da pesquisa foi qualitativa, tendo como instrumentos de coleta de dados a análise de artigos para elaboração dos módulos e o uso de questionários. O tratamento dos dados obtidos com esses instrumentos ocorreu por meio da análise de conteúdo. A conclusão do estudo é que a elaboração de um curso de ACT para professores do ensino fundamental se faz extremamente importante para auxiliá-los na tarefa de construir uma sociedade mais justa e preocupada com o meio em que se vive. O texto finaliza com a ideia de que a pesquisa pode contribuir para melhorar a formação e a prática do professor do ensino fundamental.

A dissertação *O estudo de conceitos químicos em uma abordagem CTSA por meio da temática corantes têxteis* apresenta uma pesquisa de abordagem qualitativa, na qual foi desenvolvida e aplicada uma sequência didática estruturada em quatro encontros que priorizaram ações como atividades experimentais, roda de conversa, aulas expositivas dialogadas e exibição de vídeos e reportagens. O estudo, que teve como sujeitos de pesquisa alunos do segundo ano do curso técnico integrado de nível médio em Controle Ambiental, busca compreender como o ensino de Química permite a articulação entre o fenômeno e a teoria, utilizando atividades teórico-experimentais que partem de um enfoque socioeconômico e

ambiental. A coleta de dados ocorreu por meio de questionários investigativos prévio e final, filmagem em áudio e vídeo, transcrição das filmagens, anotações dos alunos em roteiros experimentais impressos e transcrição da filmagem da roda de conversa entre os alunos e a pesquisadora. Os resultados apontam a relevância da abordagem CTSA e o indício de que uma sequência de atividades bem planejada pode contribuir para a inclusão desse enfoque, com uma função que não se restringe à ilustração de aplicações práticas. Todavia, a sua abordagem mais ampla depende da mudança de concepções dos docentes.

A tese *Formação continuada para o ensino de Ciências na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): contribuições para professores dos anos iniciais* apresenta como objetivo analisar as contribuições de um curso de formação continuada na área de Ciências com enfoque CTS para professores que atuam nos anos iniciais. A pergunta de investigação está associada às contribuições desse curso de formação continuada para os professores dos anos iniciais da rede municipal de ensino da cidade de Ponta Grossa. Nessa pesquisa qualitativa e vinculada a uma pesquisa-ação, a coleta de dados ocorreu mediante entrevistas, relatórios, fotos, vídeos das atividades realizadas nas formações, anotações em diário de campo e questionário. Como resultado, o estudo revela que o processo de formação continuada constitui um dos caminhos para que mudanças em diferentes campos ocorram, especificamente, para o ensino de Ciências, abrindo possibilidades para discussões e reflexões na área.

O estudo intitulado *Pegada ecológica do lixo: desenvolvimento crítico, analítico e científico na educação ambiental de estudantes do 6º ano do ensino fundamental* refere-se a uma investigação voltada à elaboração e análise de uma sequência didática para uso nas aulas de Ciências (6º ano) com enfoque na educação ambiental. Essa pesquisa-participante teve os dados coletados a partir de questionários (pré e pós), recorrendo à análise de conteúdo como forma de discuti-los. Como considerações, o questionário final permitiu ao autor verificar que as discussões acerca da educação ambiental de maneira contextualizada possibilitaram a sensibilização dos estudantes quanto ao meio ambiente, evidenciando suas potencialidades e a adoção de posturas pessoais e comportamentos sociais construtivos. Do mesmo modo, a sensibilização dos estudantes quanto aos problemas da geração e do destino do lixo revelou um posicionamento de cidadãos críticos, analíticos e conhecedores da ciência, sendo ativos na preservação do meio ambiente.

A pesquisa *O processo de construção de um game para o reconhecimento dos níveis de alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química* apresenta como objetivo analisar as contribuições da construção de um *game* para o reconhecimento dos níveis de ACT de

estudantes do primeiro ano do ensino médio na disciplina de Química. Os dados, produzidos por meio de conversas e entrevistas com a turma de estudantes participantes, permitiram ao autor reconhecer como relevante o uso dos recursos tecnológicos na elaboração de processos educacionais relacionados à ACT, uma vez que possibilitam extrapolar o ensino para contextos condizentes com a realidade dos alunos, reduzir aspectos cognitivos limitantes presentes nas concepções de ensino convencionais, além de estimular a prática reflexiva docente e o uso desse ou de outros *games* como instrumentos avaliativos.

A tese *Desvelando a presença do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no curso superior de Gastronomia da Universidade Cruzeiro do Sul* investiga os elementos que completam tal enfoque na formação do gastrônomo. Para tanto, a autora parte da premissa de que a ACT é uma forma de subsidiar a participação democrática na sua atuação profissional e na tomada de decisões de maneira crítica e reflexiva. Nessa pesquisa qualitativa com análise documental (ementas das disciplinas do currículo do curso), os resultados apontam a presença do enfoque CTS nas diversas disciplinas que permeiam a formação do gastrônomo.

Na dissertação *Alfabetização Científica na Disciplina de Prática de Ensino de Ciências de um Curso de Pedagogia*, Marques (2018) desenvolve uma pesquisa qualitativa na perspectiva de formação-ação com vistas a contribuir com a construção da AC de um grupo de acadêmicas de um curso de Pedagogia, discutindo práticas de ensino de Ciências voltadas aos anos iniciais do Ensino Fundamental. Nesse estudo a autora concluiu que as atividades planejadas e realizadas utilizando a tecnologia, estratégias e recursos didáticos diversificados colaboram para ampliar o conhecimento das acadêmicas e futuras docentes acerca das Ciências.

Oliveira (2019) em sua dissertação de mestrado “Alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de Química” discute a relevância da ACT para os sujeitos contemporâneos, pontuando a importância desse enfoque em todos os níveis de ensino e estabelecendo um olhar minucioso da relevância desse tema no curso de formação inicial de professores de Química. A partir disso a autora realizou um levantamento bibliográfico para identificar aspectos necessários na formação de licenciandos na perspectiva da ACT, e elaborou categorias norteadoras do processo de ACT para professores em formação, por meio de entrevistas semiestruturadas com estudantes do curso de Licenciatura em Química. Como resultado descreveu que a formação reflexiva é fundamental para os licenciandos conseguirem promover a ACT.

O estudo “*Concepções de Alfabetização Científica reveladas por Graduandos de um curso de Pedagogia*” põe em pauta a necessidade de discussões sobre temáticas CTS e temas sociocientíficos para o contexto atual. Nesse estudo Matheus (2019) teve como objetivo

conhecer as concepções de estudantes de Pedagogia sobre Alfabetização Científica. Em termos metodológicos, a autora desenvolveu uma pesquisa qualitativa, utilizando para coleta de dados questionário semiestruturado. A discussão dos dados a partir da Análise do Conteúdo, revelou que os acadêmicos demonstram baixo conhecimento sobre AC, evidenciando a carência de um conhecimento sistematizado sobre o tema.

Silva (2019) em sua pesquisa intitulada “*Contribuições da Problematização Como Estratégia Didática Para a Alfabetização Científica (AC) Nas Aulas de Ciências*” realizou uma intervenção pedagógica em uma turma de 7º ano do Ensino Fundamental, utilizando a problematização como estratégia didática para promover nos estudantes indicadores de Alfabetização Científica. A análise de dados foi realizada a partir dos trabalhos produzidos pelos estudantes, e demonstrou a proposta como exitosa.

A dissertação de Oliveira (2019), “*Percepções sobre ciência tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de ciências da natureza*”, discute que o contexto tecnológico atual denuncia a relevância de discussões CTS no ensino e da necessidade de os cidadãos compreenderem as dimensões técnica e social do fenômeno científico-tecnológico. Amparada em tal entendimento a autora realizou uma ação didático-formativa no contexto da formação inicial de professores de Ciências da Natureza e focado nas relações CTS. Os resultados apontaram que, em geral, os participantes avançaram no questionamento de ideias convencionais sobre a ciência e a tecnologia, problematizando aspectos de sua apropriação e desenvolvimento.

Carvalho (2019) em sua pesquisa de mestrado, *Questões sociocientíficas no contexto da formação inicial e continuada de professores de Ciências da Natureza*, reflete sobre a importância da educação científica envolvendo a temática CTS que colabore com o desenvolvimento de atitudes e valores que contribuem à prática cidadã. Assim a autora buscou contribuir com a formação inicial e continuada de professores de Ciências da Natureza ao apresentar a utilização de questões sociocientíficas como uma proposta metodológica para compor processos de ensino e aprendizagem de Ciências. A metodologia incluiu oficinas voltadas à formação inicial e continuada de professores e esteve apoiada em uma pesquisa qualitativa e participante. Os instrumentos para coleta de dados foram questionário inicial, material de apoio para a construção de questões sociocientíficas, questionário final e diários de campo. Os resultados demonstraram que a atividade desenvolvida favoreceu a reflexão quanto aos aspectos sociais, políticos e éticos envolvidos em assuntos públicos adjacentes ao progresso científico e tecnológico.

A dissertação *“Reorientação curricular na disciplina Química via tema gerador: uma aproximação Freire-CTS”*, de autoria de Jota (2019) apresenta discussões sobre a divergência dos currículos postos em ação na maioria das escolas com os objetivos propostos nos documentos legais para a educação básica no ensino médio do Brasil, pontuando que tal fator acaba por acentuar diferenças sociais, econômicas, de gênero e culturais. A partir disso, a autora realizou uma investigação acerca da abordagem temática freireana e os pressupostos que o campo de estudos Ciência, Tecnologia e Sociedade podem ser utilizados para a construção de conteúdos programáticos da disciplina Química na 3ª série do ensino médio regular, em uma escola da Cidade do Natal-RN. A pesquisa foi de abordagem qualitativa, utilizando para a coleta de dados a observação participante, a análise documental e entrevistas semiestruturadas. Segundo o apresentado pela autora, a realização desse estudo permitiu concluir que a aplicação da ação didática problematizadora e dialógica ancorada no tema gerador, com abordagem CTS e na perspectiva da sustentabilidade, promove uma Alfabetização Científica e Tecnológica em diferentes níveis.

O trabalho de Silva (2019), *“Concepções de Professores dos Anos Iniciais sobre Alfabetização e Letramento Científico”*, se ocupou de apresentar discussões sobre a importância da AC e do LC para a participação e entendimento de diversos aspectos da sociedade. A pesquisa teve como objetivo identificar concepções dos professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre AC e LC, verificando se essas concepções assim como suas práticas de ensinar, contribuem para desenvolver a AC e o LC de seus estudantes. Foi desenvolvida uma pesquisa qualitativa e utilizado questionário para a coleta de dados. Como resultado a autora aponta que as concepções dos professores dos anos iniciais sobre AC e LC são muito mais relacionadas com o processo de alfabetização na Língua Portuguesa do que com o processo de AC, sendo essa pouco discutida na formação desses docentes.

Oliveira (2020) em suas discussões no mestrado reflete sobre a temática CTSA, apresentado a dissertação intitulada *“Um estudo à luz do enfoque CTSA nos currículos das licenciaturas em Química das Instituições Públicas de Ensino Superior do Estado do Paraná”*. O objetivo de investigação foi compreender como o enfoque CTSA tem sido apresentado nos cursos de Licenciatura em Química das instituições de Ensino Superior públicas do estado do Paraná. Para isso desenvolveu uma pesquisa qualitativa do tipo documental, concluindo que o enfoque CTSA tem sido contemplado nos Projeto Pedagógico dos cursos de Licenciatura em Química das instituições públicas de Ensino Superior localizadas no estado do Paraná. Além disso, mostrou que estão em consonância com aspectos legais estabelecidos em documentos

oficiais que orientam os cursos de formação de professores de Química, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores de 2002 e 2015.

Na dissertação “*Saberes Populares e Alfabetização Científica e Tecnológica: Possibilidades e Desafios para a Formação Continuada de Professores de Ciências da Natureza*” Silva (2020) estabelece discussões acerca da miscelânea cultural brasileira e que essa pluralidade e especificidades culturais devem ser exploradas no âmbito das práticas educacionais locais, valorizando e resgatando os saberes prévios dos estudantes. A autora amparou suas discussões no aporte teórico de Fourez (2005) e a partir disso realizou um curso de formação continuada para professores envolvendo as relações entre sabedoria popular, ACT e ensino de Ciências. No estudo foi analisado o processo de construção, aplicação e avaliação de propostas de ensino que tratam de saberes populares e ACT por professores de Ciências no âmbito de um curso de extensão realizado à distância. Como resultado a autora evidencia que o uso da sabedoria popular de maneira articulada ao ensino de Ciências apresenta grandes potencialidades para o trabalho na perspectiva da ACT.

A dissertação “*A história de Marie Skłodowska Curie viabilizando a Alfabetização Científica e Tecnológica*” de autoria de Tarnowski (2020) aborda em sua investigação o uso da História da Ciência para promover a ACT, com foco no desenvolvimento da autonomia, da comunicação e do domínio, além de responsabilidade no âmbito científico-tecnológico. A autora realizou uma pesquisa de natureza interventiva com licenciandos em Física e Química da Universidade do Estado de Santa Catarina, junto a disciplina de História da Ciência. O objetivo do estudo foi investigar como a história de Marie Curie pode ser aliada na ACT de professores de Física e Química em seu processo de formação inicial. O estudo apoiado em Fourez, toma como produção de dados o uso de questionário prévio e episódios de ensino. Como resultado a autora infere que a história de Marie Curie contribuiu para a ACT dos futuros professores, ao permitir uma análise reflexiva e crítica sobre a ciência e a tecnologia.

A tese “*A presença do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nos Livros Didáticos de Ciências utilizados nos Anos Finais do Ensino Fundamental na cidade de Ouro Branco/MG*” de Penha (2020), discute sobre o livro didático, recurso assegurado e distribuído pelo governo federal brasileiro, porém que em muitos momentos são alvo de críticas. A pesquisa de abordagem qualitativa e do tipo análise documental, ocupou-se em investigar a presença do enfoque CTS nos livros didáticos de Ciências utilizados nos anos finais do ensino fundamental na cidade de Ouro Branco/MG. Como resultados de pesquisa, o autor anuncia que as coleções evidenciam impactos positivos e negativos da ciência e da tecnologia na sociedade.

A descrição aqui realizada permitiu-nos interpretar as discussões desenvolvidas, compreendendo a problematização dos estudos, a metodologia utilizada e os resultados obtidos. A partir dessa identificação, passamos à análise dos dados de forma interpretativa, recorrendo a agrupamentos ou categorias que permitam examinar, com mais eloquência, as pesquisas selecionadas.

2.3 Análise do *corpus*

O *corpus* da pesquisa é discutido partindo-se do objetivo de mapear a produção acadêmica, observando suas características, especificidades e limitações. Dessa forma, a análise está estruturada com base em aspectos como a distribuição dos estudos em território nacional; nível de escolarização, conteúdos contemplados e abordagem didática; articulações teóricas; formação cidadã; objetivo(s) e natureza da pesquisa. Na sequência, e como considerações finais, construímos uma reflexão sobre o coletado e analisado para identificar limitações do estudo e possibilidades de novas investigações.

2.3.1 Distribuição dos estudos em território nacional

As teses e dissertações selecionadas estão alocadas em oito unidades federativas, como pode ser visualizado no Quadro 1, que indica as universidades e os estados federativos do Brasil. Os dados pesquisados mostram que a maior parte das investigações selecionadas estão localizada no Sul e Sudeste do Brasil, possivelmente pelo fato de haver um significativo número de programas de pós-graduação nessas regiões. Outro aspecto revelado pelos dados e que podemos identificar nos estudos citados é a vinculação de centros de pesquisas em determinadas universidades. Para isso, é necessário avançar um pouco no apresentado no Quadro 1 que especifica a universidade a que cada estudo está associado. Nesse sentido, identificamos que em Santa Catarina, por exemplo, que agrega 20% dos estudos, tem-se a Universidade Federal de Santa Catarina como um importante centro de pesquisa, com seis produções na temática e todas vinculadas à ACT. O estado de São Paulo também apresenta um número relevante de pesquisas nesse campo, a maioria vinculados a Universidade Cruzeiro do Sul, com um total de sete publicações (23,33%).

Além disso, é possível perceber que o enfoque em AC e seus correlatos no campo da Educação Química e Educação em Ciências tem repercutido nos resultados apontados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa). Os estados da região Sul do Brasil

- Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul ocupam, respectivamente, a terceira, a quinta e a sexta posições; e o estado de São Paulo ocupa a sétima posição. Considerando a totalidade de estados brasileiros, essas colocações ecoam como positivas.

De acordo com os resultados apontados pelo Pisa (BRASIL, 2015, p. 88), os estudantes brasileiros apresentam maior dificuldade de compreender questões globais que envolvem saberes científicos, a que o Programa confere a terminologia de “Letramento Científico”. Os resultados apresentados permitem uma aproximação com o tema da pesquisa, cujo foco está em identificar características dos estudos brasileiros.

2.3.2 Nível de escolarização, conteúdos contemplados e abordagem didática

Adentrando de forma mais específica nos estudos, percebemos que, apesar de um dos critérios de seleção ser a vinculação com o componente curricular Química, 40% das teses e dissertações se restringiram a essa disciplina especificamente, sendo os demais vinculados à área de Ciências da Natureza. Com relação a esses 40% que contemplam especificamente a Química no nível médio, 16,7% do total das investigações trazem explicitamente os conteúdos curriculares desenvolvidos: pH, solubilidade, equilíbrio químico, deslocamento de equilíbrio, reações químicas, estequiometria, teorias atômicas, elementos químicos, ligações químicas, interações moleculares, funções orgânicas, reatividade, concentração.

Em termos da escolaridade, 20% estão vinculados a propostas ou estudos envolvendo o conteúdo de Ciências (Química) no ensino fundamental, 30% no ensino médio, 33,4% no ensino superior e 16,6% na formação inicial e continuada de professores. Além disso, 46,6% dos estudos contemplam a elaboração, aplicação e análise de propostas didáticas; 23,3% tomam como sujeitos de pesquisa os alunos; e 23,3%, os professores. Quanto a isso observou-se que as pesquisas operacionalizadas no ano de 2020 tiveram como público alvo licenciandos ou docentes, não sendo desenvolvidas junto a escola de educação básica, o fato de não ser desenvolvida com estudantes em escola está, provavelmente, associado a vivência da pandemia da Covid-19.

Costa (2013, p. 13) mostra o alcance dos estudos, trazendo à discussão uma pesquisa desenvolvida na EJA, que, segundo o autor, tem “peculiaridades (ou características) bastante distintas daquelas subjacentes à educação de crianças e adolescentes”. Na sua análise, os estudantes “sinalizavam não conseguir estabelecer articulações entre o conteúdo científico da componente curricular Química e a própria vida cotidiana” (COSTA, 2013, p. 15). Esses elementos contribuíram para o pesquisador investigar o ensino de Ciências nessa modalidade e

buscar novas alternativas metodológicas, com vistas a permitir o avanço da criticidade e participação social desses estudantes.

2.3.3 Articulações teóricas

Outro aspecto que se torna evidente na análise dos estudos é que os problemas de investigação apontados trazem, em geral, a articulação do ensino de Ciências/Química com o mundo vivencial do sujeito. Nesse sentido, as investigações apontam que, dentre os objetivos desse ensino, está o de fornecer condições para que os estudantes possam compreender o seu entorno, tornando-os sujeitos alfabetizados cientificamente. Essa perspectiva teria como consequência o desenvolvimento de uma capacidade de tomar decisões e de se posicionar criticamente. A totalidade dos estudos aponta o referido objetivo como a principal justificativa para a presença desse campo do conhecimento na educação básica. Como exposto por Yamada (2013, p. 5), o objetivo é o “ensino de ciências que tem como foco o desenvolvimento de indivíduos como membros conscientes e críticos na sociedade”.

Toledo (2018) pondera, em sua tese, que os saberes científicos são relevantes dentro de diferentes profissões, investigando a presença dos aspectos científicos e do enfoque CTS no curso de Gastronomia. Conforme a autora, esse enfoque tem “como premissa a alfabetização científica e tecnológica do estudante como forma de subsidiar a participação democrática do mesmo na sua atuação profissional e na tomada de decisões, de forma crítica e reflexiva” (TOLEDO, 2018, p. 6).

É consensual entre os autores aqui analisados a concepção da AC como uma forma de ensinar Ciências que contribui para a compreensão e interação do sujeito com o mundo. Esse entendimento é perceptível nas colocações de Oliveira (2016), ao ressaltar que a AC instrumentaliza o indivíduo para a leitura de mundo, representando um conhecimento necessário à compreensão da própria ciência.

Miranda (2017, p. 9) defende “um ensino de Ciências contextualizado, que faça sentido para o aluno e que tenha possibilidade de entender os fenômenos que ocorrem ao seu redor e ser capaz de tomar ações conscientes para melhorar sua qualidade de vida e dos que vivem ao seu redor”. Lopes (2014, p. 40), por sua vez, aponta que o ensino de Ciências não somente deve ser capaz de fornecer aos alunos noções e conceitos científicos, mas também estar “associado ao desvelamento de mitos vinculados à Ciência e Tecnologia”.

Na maioria das discussões acerca da AC, os autores fazem referência aos conceitos associados ao de letramento, enculturação ou cultura científica. Como aponta Bernardinelli

(2014, p. 16), são encontrados “na literatura os termos ‘letramento científico’, ‘alfabetização científica’ e ‘enculturação científica’, todos usados em referência ao ensino de Ciências que visa formar estudantes/cidadãos aptos a dominar e a utilizar os conhecimentos científicos nos mais variados contextos”. Acerca desses termos Marques (2017, p. 53) também estabelece discussões, reiterando sua teoria na voz de Souza e Sasseron (2011) e pontuando:

É comum professores e pesquisadores utilizarem uma destas expressões quando se referem à AC, pois as preocupações destes autores são convergentes quanto ao ensino de Ciências, objetivando a resolução de problemas, de modo a desenvolver o pensamento científico dos alunos, considerando as múltiplas linguagens peculiares ao ensino de Ciências.

Entretanto, a maioria os estudos analisados, optam e argumentam pela utilização do termo “alfabetização”, como mencionado na seção dedicada ao referencial teórico.

Miranda (2017) inicia suas discussões sobre a ACT com a concepção freireana acerca de alfabetização, partindo dela para alinhar a compreensão de ACT que está envolvida em sua dissertação. Por seu turno, Lopes (2014, p. 11) centra seu estudo no “ensino com ênfase nas relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade que se agrega na perspectiva da AC” e aponta as três visões de AC propostas por Shen, que envolvem objetivos, conteúdo, formas, público-alvo e meios de disseminação. Essas variações compreendem a alfabetização científico-prática, alfabetização científico-cívica e alfabetização científico-cultural.

A primeira supõe que o indivíduo esteja preparado a resolver, de forma imediata, problemas básicos, relacionados ao cotidiano e está vinculada às necessidades básicas do homem, como alimentação, saúde e habitação; a segunda é aquela que torna o cidadão mais atento para a ciência e seus conflitos, de modo que ele e seus representantes possam tomar decisões mais assertivas; e, por fim, a terceira é aquela destinada a uma pequena parcela da população que se interessa em saber sobre ciência de modo mais aprofundado.

Oliveira (2016) também traz essas concepções de AC em sua discussão, que está orientada pelas colocações de autores como Castilho e Givilân. Já Marcelino (2014) faz referência à ACT reducionista e ampliada, apoiando-se em pesquisadores como Décio Auler e Demétrio Delizoicov e sua aproximação com a perspectiva freireana. A abordagem reducionista da ACT faz “em não considerar, em princípio, a discussão axiológica para embasar a decisão, considerando-a como um processo puramente técnico-científico”, enquanto a ACT ampliada atrela aos conteúdos científicos “aspectos políticos envolvidos no processo de avaliação tecnológica, defendendo-se uma postura que possibilite a participação social nos processos de decisão” (MARCELINO, 2014, p. 49).

Outros referenciais teóricos são apontados como fundamentação para discutir a AC, ou, em alguns casos, o LC, dentre os quais, com maior frequência, estão autores como Attico Chassot, Lucia Helena Sasseron, Anna Maria Pessoa de Carvalho, Gérard Fourez, Wildson Luiz Pereira Santos, Eduardo Fleury Mortimer. Os autores mais referenciados para sustentar o aporte teórico acerca da AC são Sasseron e Carvalho, com um universo de 30%; Chassot, o qual identificamos em um total de 13,3% de estudos; e, por fim, mapeamos 16,6% de investigações que enfatizam Fourez.

Esse clã de autores, somado ao que apontamos anteriormente, mostra que é pertinente trazer à discussão a temática da AC em seus diferentes entendimentos, cujo foco está na formação cidadã, selecionada como recorte na identificação dos estudos. Do mesmo modo, esses estudos evidenciam uma preocupação em formar um sujeito alfabetizado cientificamente e a sua necessidade frente à sociedade contemporânea, destacando, com isso, as habilidades e competências associadas a essa formação.

2.3.4 Formação cidadã

Um dos aspectos centrais deste estudo consiste na análise da formação cidadã atrelada à AC. O recorte da identificação dessa associação está no modo como ela se revela presente nas pesquisas, ou seja, se os autores apenas a abordam como referencial teórico, se a utilizam na análise dos dados, ou se fazem menção a ela apenas nas considerações finais.

Os resultados indicam que a formação cidadã é apontada como relevante nos estudos investigados e considerada uma das finalidades do ensino de Ciências. Em 50% dos estudos, essa perspectiva se limita a ser pontuada no corpo teórico do estudo, especificamente na introdução ou no referencial teórico; em 10%, ela constitui parte dos resultados e das discussões; e em 13,3%, ela é apontada nas considerações finais e como possibilidade de vinculação ao estudo ou proposta didática elaborada, bem como a investigações futuras.

Sobre esses estudos, identificamos a aproximação da AC com a necessidade de uma formação de sujeitos críticos, capazes de compreender situações e fenômenos do seu entorno. Essa perspectiva é respaldada nas pesquisas pelos documentos norteadores da educação, como pontua Matheus (2019, p. 61) “[...] documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1997), destacam relevância das Ciências Naturais [...] na perspectiva de formação cidadã, em uma sociedade que valoriza a tecnologia em seu cotidiano”.

Também vai ao encontro das concepções de sujeito/cidadão demandado pela sociedade, de modo que esse indivíduo, dominando o conhecimento, terá condições, com sua criticidade, de contribuir para melhorá-la.

Esse entendimento pode ser associado à formação cidadã que aparece em estudos como os de Bernardinelli (2014), ao pressupor que a formação para a cidadania compreende tornar os sujeitos capazes de atuar ativamente nas sociedades democráticas, desenvolvendo o pensamento crítico. Lopes (2014, p. 35), na mesma linha, aponta que a formação cidadã propicia aos alunos condições para ação e atuação em sociedade. Na mesma direção, Luz (2017, p. 17) evidencia que essa formação requer instrumentalizar um sujeito “atuante em sua comunidade capaz de questionar e posicionar-se criticamente frente às situações e fatos de seu cotidiano”. Penha (2020, p. 71) também destaca a necessidade de:

Promover uma alfabetização científica e tecnológica voltada para o contexto social, de modo a preparar os estudantes para compreender o papel da ciência em nosso mundo tecnológico, para pensar criticamente, resolver problemas sociocientíficos, participar de debates coletivos e para tomar decisões responsáveis.

Ainda nesse contexto, temos o estudo de Marcelino (2014), que aponta que os docentes apresentam concepções ingênuas acerca da relação entre o ensino de Ciências/Química e a formação cidadã. De acordo com o autor, isso representa um problema a ser superado, o que converge para o que aponta Tilman (1997) na obra de Fourez (1997), ao defender a pertinência de um ensino apoiado na concepção construtivista como forma de enfatizar a necessidade de uma reorientação docente. Nas palavras do autor:

Para voltar ao nosso ponto de partida – a saber, a dificuldade de introduzir novos conteúdos e novas pedagogias relativas à cultura técnica no ensino médio ou na formação contínua – se pode já prever que essas inovações vão encontrar resistência. Em efeito, a cultura técnica caminha ao contrário do paradigma pedagógico dominante no ensino, em particular do domínio das ciências e da matemática... a técnica não se deixa encerrar nas disciplinas tradicionais. Ela intervém sobre o real, sempre complexo e multidimensional. A aquisição da inteligência tecnológica pressupõe, pois, trabalhar sobre um conteúdo impreciso ao princípio, provisoriamente confuso nos primeiros toques, cuja inteligibilidade é sempre parcial... A única didática possível é a do construtivismo (TILMAN, 1997, p. 185-186).

Assim, uma educação voltada para a ACT requer que sejam percorridos novos caminhos pedagógicos, novas abordagens didático-metodológicas, sendo, de fato, necessário inovar frente à pedagogia transmissiva de informações. Ainda, é importante construir os saberes científicos atrelados a situações reais, de forma que aos estudantes percebam a ciência presente e próxima

da realidade, útil para a compreensão de situações e problemas reais, um conhecimento capaz de ajudá-los na tomada de decisões.

Ainda identificação que, embora seja pontuada a tomada de decisões como uma das premissas para o exercício da cidadania, as investigações não se ocupam em caracterizar habilidades que possam potencializar o desenvolvimento dessa capacidade nos estudantes diante do contexto contemporâneo.

2.3.5 Objetivo(s) e natureza da pesquisa

Quanto aos objetivos, as investigações se debruçam na busca por analisar a atuação de estudantes do ensino fundamental, médio ou superior ou de professores frente a mecanismos que possam contribuir para modificar a prática tradicional relacionada ao ensino de Ciências. De modo geral, os autores consideram que essa prática é focada “na transmissão de conteúdos/informações, desvinculados dos saberes de vivência dos estudantes e sem significado para eles” (BOFF et al., 2007, p. 2). Com o propósito de contribuir para alterar esse quadro, os estudos analisados lançam mão de diferentes metodologias de ensino, propondo sequências didáticas e outras intervenções que envolvem o uso de tecnologias, atividades experimentais, temas geradores.

Quanto à natureza das pesquisas, e em acordo com o campo da Educação, identificamos a predominância da abordagem qualitativa. Ainda, 33,3% dos estudos vinculam-se ao que se classifica como pesquisa-ação/intervenção, “um tipo particular de pesquisa participante, que supõe intervenção participativa na realidade social, quanto aos fins são, portanto, intervencionistas” (MORESI, 2003, p. 10).

Entre os instrumentos de produção de dados mais utilizados estão questionários (56,6%), entrevistas (33,3%) e análise de documentos (23,3%). Na maioria das investigações (70%), o tratamento de dados é associado à análise de conteúdo ou análise textual discursiva.

Como resultados, os estudos apontam contribuições para o campo educativo a partir da metodologia selecionada para o seu desenvolvimento. Além disso, demonstram a necessidade da formação continuada, bem como a pertinência de discutir conceitos científicos nos anos iniciais, de construir o ensino de Ciências de forma contextualizada, de utilizar temas geradores que são de interesse dos estudantes e de fazer uso de tecnologias em sala de aula. Ainda, algumas pesquisas evidenciam a necessidade de serem aprofundadas e/ou continuadas, o que pode estar relacionado ao fato de 83,3% delas estarem atreladas a dissertações, cujo período de desenvolvimento é relativamente curto, em geral, de dois anos.

2.4 A título de síntese

Mapear estudos já realizados e identificar suas características e limitações são tarefas fundamentais quando se deseja analisar um determinado campo de investigação. Nesse contexto, a busca realizada possibilitou-nos identificar que os temas AC e suas variantes associadas à formação cidadã têm sido contemplados nos estudos envolvendo o ensino de Química. Observamos, contudo, uma fragilidade ao se tratar das discussões referentes à percepção dos estudantes sobre a relação da Ciência com a cidadania e no que tange à maneira pela qual eles recorrem aos saberes científicos quando precisam tomar uma decisão.

Em outras palavras, um dos aspectos identificados é que a tomada de decisão dos estudantes, com base em suas discussões nas aulas Química/Ciências, tem sido pouco explorada nas pesquisas, o que remete a novas possibilidades de estudo. Nesse sentido, parece-nos pertinente investigar de que modo o ensino de Ciências orientado para a ACT pode contribuir para que os estudantes recorram a saberes científicos ao se deparar com problemas reais presente no seu entorno, como apontado por Gérard Fourez.

Na concepção do autor, a ACT propõe aproximações acerca de como o ensino de Ciências pode favorecer tais decisões, porém as discussões sobre como os estudantes de nível básico compreendem a relação entre o saber científico e a cidadania, no entendimento desta pesquisa, não foi contemplado nos estudos. Logo, nesse contexto surge o questionamento sobre como o ensino de Ciências, associado à tecnologia, pode favorecer a formação de jovens conscientes e aptos a exercerem sua cidadania.

Na defesa da ACT, partimos da premissa de que a relevância do conhecimento científico para os sujeitos reside no fato de que a ciência é uma construção humana e vinculada ao contexto social, carregando consigo *status* de poder, de empoderamento e de possibilidade de negociações, como anuncia Fourez (1997). Vincular os conhecimentos em Ciências na escola a uma formação humana, que permita ao sujeito ter subsídio para a tomada de decisões frente aos diferentes eventos que circunscrevem sua vida cotidiana, pressupõe, como bem ressalta o autor, superar o entendimento de que o ensino de Ciências, na formação básica, deve servir para

preparar novos cientistas ou trabalhadores que ingressarão no mercado de trabalho como artesãos⁶.

Os conteúdos do campo científico e tecnológico contemplados na escola devem estar orientados à formação de sujeitos que tenham condições de fazer a leitura de situações/fenômenos que abrangem aspectos científicos, tomando posicionamentos e decisões, a partir de uma visão humana, envolvendo, além do conhecimento especializado, elementos de caráter ético e político. Essas decisões podem ser benéficas ao sujeito, como a compra de um eletrodoméstico ou aparato tecnológico de melhor custo-benefício, ou estar associadas a contextos coletivos e sociais, como o modo de se posicionar em um plebiscito sobre uma reserva ambiental ou a instalação de uma usina nuclear, por exemplo. São decisões que não devem estar apenas empregadas de conhecimento científico e tecnológico, mas igualmente de aspectos relacionados às humanidades, como bem destacado nos fundamentos da ACT.

O sujeito do qual falamos, que precisa de conhecimentos científicos e interdisciplinares que lhe possibilitem tomar decisões autônomas e conscientes, vive em um cenário de modernidade reflexiva (GIDDENS, 1991), também denominada por Beck (2011) de “Sociedade de Risco”. Esse é o lugar do cidadão, que se diferencia dos contextos anteriores pela imersão de riscos associados à vida social, econômica, política e aos avanços da ciência e da tecnologia. Portanto, julgamos pertinente trazer à tona esse caráter da sociedade dentro da pesquisa, embora a terminologia “sociedade de risco” não tenha sido utilizada como descritor de busca e não tenha recebido um enfoque durante o período inicial da investigação. Ainda assim, vale mencionar que, nos estudos aqui analisados, tal discussão não foi contemplada.

Compreendemos que há espaço e necessidade, dentro do campo investigativo, para um estudo que busque refletir sobre as questões apresentadas, particularmente endossado pela nova proposta de Ensino Médio em vigência no Brasil. A ACT, em Gérard Fourez, revela-se uma oportuna reflexão para repensar o apregoado nas discussões atuais sobre o ensino de Ciências na formação dos jovens na conjuntura contemporânea. A ela acreditamos que associando a noção de Sociedade Risco trazida por Ulrich Beck, nos oportunizar fundamentar um entendimento de formação cidadã que contemple um ensino mais reflexivo e crítico e menos dogmatizado e tecnicista. Sobre isso dissertaremos no próximo capítulo fundamentando nossa tese e buscando propor alternativas concretas para a sala de aula.

⁶ Por artesãos, Fourez (1997) entende trabalhadores nos quais o desenvolvimento profissional está atrelado a habilidades manuais, cujo aprendizado acontece pela observação e repetição da tarefa.

3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA E SOCIEDADE DE RISCO: CAMINHOS PARA UMA FORMAÇÃO CIDADÃ

O capítulo se ocupa de apresentar os fundamentos teóricos do estudo e que subsidiam a tese, iniciando por uma reflexão sobre o ensino de Ciências e a intuição do campo de pesquisa em Educação em Ciências. Na continuidade adentramos na especificidade do referencial teórico circunscrito pela ACT, Sociedade de Risco e entendimento de formação cidadã que foram entrelaçadas ao final do capítulo. Para subsidiar a discussão de ACT recorreremos a obra intitulada *Alfabetización Científica y Tecnológica* (FOUREZ, 1997)⁷, com aportes teóricos sobre o ensino de Ciências e seu contexto histórico. Para a discussão de Sociedade de Risco nos cercamos da obra com o mesmo nome (BECK, 2011), trazendo o entendimento apregoado pelo autor especialmente em contexto da modernidade reflexiva (GIDDENS, 1991). Tais referenciais complementados por outros trabalhos e autores da área possibilitam anunciar e discutir o entendimento de formação cidadã que trazemos a partir de autores como Santos (2005), Toti (2011) e outros e que auxiliam a fundamentar o ajuizado nesta tese.

3.1 Ensino/Educação em Ciências: reflexões introdutórias

Historicamente a instituição do campo da Educação em Ciências pode ser identificada a partir dos anos pós Segunda Guerra Mundial e de forma mais intensa com a década de 1960. Segundo Rosa e Rosa (2012) foi depois da Segunda Guerra Mundial e mais precisamente na corrida entre os Estados Unidos (EUA) e a União Soviética (URRS), marcado pela Guerra Fria, que há um realce entorno de pesquisas envolvendo o ensino de Ciências (Biologia, Química e Física). Vários foram os projetos elaborados nos EUA e em outros países que repercutiram no Brasil com objetivo de (re)significar o ensino presente nas escolas e com isso discutir os próprios objetivos desse ensino. A questão central estava na busca pelo desenvolvimento de tecnologias espaciais, e a compreensão da importância da ciência para o desenvolvimento da nação (NASCIMENTO, 2012). O objetivo da formação científica escolar estava relacionado ao desenvolvimento de habilidades associadas à formação de pesquisadores do campo. Um dos marcos desse período é instituição das Feiras de Ciências, enfatizando a ênfase demasiada nas atividades em laboratório didático e ao emprego do método científico, conduzindo os jovens

⁷ A obra apresenta Gérard Fourez como autor, todavia, está dividida em duas partes, sendo uma delas com textos/capítulos assinados pelo autor (capítulos 1 ao 4) e outros em coautoria com outros pesquisadores (capítulos 5 ao 10). Optamos por mencionar a obra como Fourez (1997) e quando nos referimos aos capítulos com coautorias identificaremos tais autores.

estudantes a seguir carreiras científicas, o que no entender do governo seria uma forma de alcançar ou pelo menos de alavancar o desenvolvimento científico e tecnológico do país. Essa concepção de ensino foi gradativamente sendo questionada e discutida pela comunidade de pesquisadores e professores de Ciências, contudo, ainda identificamos marcas desse ensino na sala de aula brasileira.

Outro aspecto importante foi a instituição do campo de pesquisa denominado de “Educação em Ciências”. Conforme Nardi e Almeida (2004, p. 93), a consolidação dessa área no Brasil “remonta ao final da década de 50 e/ou início da década de 60”, quando surgem os primeiros projetos brasileiros de Ensino de Ciências, após avaliações dos projetos elaborados em países estrangeiros, importados, traduzidos e aplicados no Brasil, como o Physical Science Study (PSSC) - área de Física e o Biological Science Study Committee (BSCS) – área de Biologia, que mostraram-se inadequados à realidade escolar brasileira.

Ainda, é relevante a compressão que durante no século XX a ciência vivenciou um processo de ascensão como fonte absoluta de conhecimento, promotora de saberes organizados e seguros sobre a realidade, que oportunizaram a revolução industrial e o progresso econômico, sendo vista, como mencionado por Lima e Nascimento (2019), somente como geradora de progresso e bem-estar social. Seguem os autores mencionando que essa ciência carregava um *status* de ‘promotora do bem’, fase essa marcada pelo interesse na formação de cientistas, mas que teve sua imagem ruindo frente aos avanços dos problemas ambientais e o desenvolvimento armamentista. Isso, ressaltam os autores, gerou desapontamento da sociedade com as consequências sociais e políticas do progresso científico, abrindo espaço para um descrédito da ciência, o que conduziu a necessidade de ressignificar o ensino de Ciências na escola, colocando em voga a importância dessa área de pesquisa.

Embora as mudanças sejam percebidas no mundo da pesquisa, nas propostas de ensino e na legislação, a sua efetivação real em sala de aula é um processo bem mais lento e necessita, muitas vezes, de diálogos mais próximos e efetivos com os professores. Sem entrar nessa enseada do porque isso ocorre e como podemos fazer para alterar tal situação, mencionamos que temos ciência disso e que o nosso trabalho de certa forma busca contribuir com esse aparente vácuo entre o apregoado e o praticado no cotidiano escolar. De certa forma pode parecer ousadia, mas ao pensar em trazer propostas didáticas a partir de experiências vivenciadas como pesquisadora e como professora e discuti-las com colegas professores pode representar uma alternativa ao problema apresentado.

Iniciamos nossa ousadia trazendo a preocupação e a proposta de ensino de Ciências anunciada pelo filósofo belga Gérard Fourez e, na sequência, abrenhamos nas especificidades

da obra mencionada, particularmente em relação a ACT. Na continuidade adentramos na perspectiva defendida por Ulrich Beck sobre Sociedade de Risco, tecendo ao final um diálogo da ACT e Sociedade de Risco em prol de uma formação cidadã.

3.2 Fourez e o ensino de Ciências: um encontro com a ACT

A ciência tornou-se disciplina escolar há pelo menos dois séculos, com orientação voltada à formação de cientistas, e não para compreensão do mundo/sociedade, como mencionado anteriormente, o que justifica o perfil disciplinar desse ensino. Entretanto, com o avanço do conhecimento científico e o decorrente processo de industrialização e o desenvolvimento da tecnologia, acarretam mudanças em diferentes setores, dentro os quais está o objetivo do ensino de Ciências na educação básica. Tais mudanças estavam assentadas em questionamentos como: Que Ciências os sujeitos necessitam? Para que serve as Ciências ensinada na escola? Qual o seu papel na formação dos jovens? Tais questionamentos estão atrelado a percepção de que a Ciência como vinha sendo estudada pouco contribuía para as discussões decorrentes dos avanços que ela mesma havia proporcionado. Em outras palavras, as mudanças econômicas e sociais fizeram emergir novos desafios para a educação científica, pois demandam do sujeito capacidades para compreender e interagir no contexto social e tecnológico, colocando percalços no que tange a contribuições da ciência para a compreensão social em termos culturais e econômicos.

Fourez (1997) pontua que, nesse cenário, há necessidade de uma educação científica não voltada exclusivamente a sujeitos que pretendem seguir carreiras neste campo, mas também para cidadãos comuns, considerando a relevância desses conhecimentos para tratar acerca de decisões institucionais, conseguir discutir, argumentar, compreender o posicionamento dos diferentes grupos sociais em questões que envolvem a ciência e a tecnologia. Desse modo, entre os objetivos do ensino de Ciências na atualidade, deve estar a formação de sujeitos com capacidade de compreender fenômenos naturais e tecnológicos que requerem saber científico, como explicitado na introdução deste texto. Todavia, não apenas voltado a esses saberes, mas também a formação dos jovens enquanto cidadão do e no mundo.

A BNCC faz esse apontamento quanto ao objetivo das Ciências Naturais no Ensino Médio, especificando que essa etapa de escolarização e essa área do conhecimento devem ser guiadas de modo que “[...] os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente” (BRASIL, 2017, p. 470). O ensino de Ciências, portanto,

deve contribuir para que o sujeito compreenda o mundo em que vive. Entretanto, sabemos que o ensino escolar é majoritariamente voltado a interesses que estão em torno dos cientistas (método científico, nomenclaturas, aplicação de fórmulas...), priorizando a aprendizagem de conteúdos isolados que pouco ou nada favorecem a compreensão do entorno do estudante. Tal fato, historicamente, contribuiu para o desinteresse de parcela significativa dos estudantes pela área das Ciências, dificultando o desenvolvimento de cidadãos capazes de compreender aspectos científicos dentro do contexto social em que vivem.

Nesse entendimento encontramos a proposta de alfabetização científica associada ao ensino de Ciências volta-se à compreensão de situações do cotidiano, permitindo aos sujeitos mais do que sua constituição como consumidores, leitores de publicidade e seguidores de instruções, mas como cidadãos emancipados. Além disso, o ensino de Ciências precisa ser capaz de promover a dignidade humana, dando ao indivíduo condições de compreender e tomar decisões no contexto contemporâneo em que vive, avaliando os riscos de suas escolhas. Todavia, sabemos que esse olhar não tem, de um modo geral, acompanhado o ensino de Ciências, apoiando-se em uma perspectiva pouco eficaz para atender essa demanda, o que Fourez (1997, p. 18, tradução nossa) aponta como “fracasso, ou pelo menos uma crise” da educação científica.

De acordo com essa realidade, surgem preocupações vinculadas ao fazer pedagógico dos professores, aos currículos que estão sobrecarregados de conteúdos incoerentes e irrelevantes para compreensão social e, em nível socioeconômico, à escassez de profissionais do ramo científico. Tal crise instalada sobre o ensino abriu espaço para a discussão de propostas didáticas no campo da educação científica que relacionam a ciência com contextos humanos, em aspectos econômicos, políticos, sociais e humanistas (FOUREZ, 1997). Particularmente, estamos a nos referir das propostas que se ancoram na possibilidade de o ensino de Ciências favorecer o processo de alfabetização científica como as anunciadas por Fourez (1997), Lorenzetti (2000), Sasseron (2008), dentre outros.

Fourez (1997) enfatiza que, em termos políticos e econômicos, a falta de instrução da massa populacional acerca de ciência e tecnologia coloca em risco o desenvolvimento das nações, sendo necessários investimentos contínuos e de longo prazo no ensino de Ciências com vistas à alfabetização científica massiva, bem como programas dirigidos à formação de cientistas/pesquisadores. No que tange a aspectos sociais, o exercício da democracia, dentro da sociedade contemporânea, exige uma cultura científica e tecnológica. É preciso que os cidadãos comuns tenham conhecimento suficiente para compreender fenômenos científicos que

acontecem em seu entorno e sejam capacitados para entender as colocações/discussões de técnicos-cientistas, podendo tomar decisões com base nelas.

Há, também, um caráter humanista na educação científica, relacionado à possibilidade de os sujeitos possuírem uma cultura técnico-científica que permita a comunicação com seus pares e com especialistas, constituindo-se como indivíduos autônomos. Essa educação envolve, ainda, aspectos culturais – da dimensão histórica do desenvolvimento da ciência e da tecnologia –, epistemológicos – da construção das ciências e do trabalho de cientistas –, estéticos – relacionados com a apreciação de uma teoria científica ou de um aparato tecnológico –, corporais – atrelados à compreensão da relação entre o ser humano e a tecnologia, bem como à relevância da ciência e da tecnologia para a comunicação universal (FOUREZ, 1997).

Esse caráter do saber científico engloba condições para a participação dos sujeitos em debates éticos e econômicos no contexto da sociedade, aspectos cada vez mais presentes na contemporaneidade, em que os avanços da ciência e da tecnologia resultam em soluções e melhorias, mas também em risco para a vida dos cidadãos e para o planeta. Nesse cenário, cidadãos comuns precisam entender de que modo tais avanços podem afetar a vida – a sua e a da comunidade em geral –, dispendo de condições de opinar e tomar decisões conscientes, o que justifica, portanto, a necessidade de desenvolver a alfabetização científica e tecnológica, particularmente no panorama contemporâneo de risco.

Aqui fizemos um adendo para destacar o momento atual que estamos vivenciando no país e no mundo em relação à pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2 (COVID-19) e quanto o conhecimento científico e a compreensão de que ele é a fonte para a tomada de decisão, tem afetado não apenas os sujeitos na sua individualidade, mas a sociedade como um todo. A decisão nesses casos passa pela conscientização dos sujeitos que não pode pensar apenas em si, mas no outro, na sociedade, no mundo.

Esse viés do ensino de Ciências é pouco explorado na prática educacional, prevalecendo um ensino conteudista, como já mencionado, fruto de um desenvolvimento científico marcado por duas correntes bem definidas, ditas “ciências puras” e “ciências aplicadas” (FOUREZ, 1997). A menção de “ciências puras” está relacionada àquelas aplicadas a métodos de investigação dentro de laboratórios, acerca de conteúdos e problemas próprios da ciência, como, por exemplo, o trabalho de um pesquisador no estudo da célula, tipos de solo, um composto químico. Por “ciências aplicadas”, entende-se o desenvolvimento de um novo fármaco ou o trabalho de um engenheiro, ou seja, aplicações práticas do conhecimento científico, que se constituem em tecnologias que, no caso do COVID-19 seria a vacina ou o medicamento para cura. É evidente que ambas se complementam e que a “ciência aplicada” é fruto da “ciência

pura”. Essa discussão também precisa estar presente na educação básica como forma de permitir que o estudante vislumbre a ciência como uma criação humana, que busca resolver problemas reais, e do cotidiano.

Entretanto, sabemos que essas discussões não têm se efetivado no contexto escolar, fato que não se restringe à atualidade, visto que, nos anos de 1960, já havia desencadeado movimentos como a “Juventude Científica da Interdisciplinaridade” (FAZENDA, 2003) e a reforma “Haby” na França (FOUREZ, 1997). Esse movimento, caracterizado por reivindicações dos estudantes por um novo estatuto de universidade e de escola, incluía a perspectiva de um ensino interdisciplinar, como destaca Fazenda (2003). No entender da autora, porém, a iniciativa teve pouco êxito, particularmente em se tratando da educação básica. O fracasso pode ter sido resultante da falta de estudos efetivos voltados a orientar a ação pedagógica para resolução de problemas reais, ou falha na formação de professores, considerando que os currículos dos cursos de licenciatura em Ciências e áreas correlatas, como Biologia, Química e Física, estão formatados nos moldes do século XIX, ao menos na França, conforme descrito por Fourez (1997).

Quanto ao contexto brasileiro, os cursos de licenciatura surgiram na década de 1930 com objetivo de disciplinar o trabalho no setor produtivo e impedir a manifestação de conflitos, predominando, nesse cenário, uma escola de estudantes passivos e de transmissão de saberes. As diretrizes para os cursos de formação de professores foram implementadas somente na década de 1980, quase 60 anos depois, o que na prática não representou muitos avanços no processo formativo dos licenciandos, principalmente pelo fato de, nos anos seguintes, ter se fortalecido o modelo de gestão neoliberal. Nesse modelo, a educação ficou centrada em processos de avaliação de desempenho e competências, relegando aspectos epistemológicos na formação de professores e avançando pouco no quesito de formação de profissionais aptos a desenvolver um processo de ensino-aprendizagem voltado à formação integral do sujeito (MESQUITA; SOARES, 2011).

Nesse espaço de formação inicial, a interdisciplinaridade teve pouca inserção, o que impede, ou pelo menos dificulta sua efetivação na educação básica. De acordo com Fazenda (2008, p. 97), a interdisciplinaridade escolar é representada por “noções, finalidades, habilidades e técnicas que visam favorecer, sobretudo, o processo de aprendizagem respeitando os saberes dos alunos e sua integração”. Tauchen, Fávero e Alvarenga (2017, p. 1029) defendem que a interdisciplinaridade se encontra no diálogo e nos limites entre as disciplinas, não se constituindo como território específico do saber: “[...] as condições de interação dos elementos que podem encontrar-se será organizada pela produção do lugar; pela diferença criadora dos

diferentes elementos (disciplinas) e pelas inter-relações entre os sujeitos que compartilham as necessidades de compreensão da relação entre teoria e prática”.

Vislumbrar a interdisciplinaridade e os limites das disciplinas, de acordo com Fourez (1997) é condição imprescindível para que o aluno consiga compreender situações e problemas do seu entorno, além de fundamental para avaliar os riscos envolvidos na tomada de decisões.

Sobre o ensino de Ciências, Fourez (1997) enfatiza a importância de ser contextualizado e vinculado a uma discussão de que o saber científico está associado a uma construção histórica, fruto de respostas às questões impostas pelo mundo, pela sociedade, pela natureza, bem como pelas tecnologias. Dito de outro modo, os conteúdos de Ciências presentes na escola precisam ser discutidos com base no entendimento de que a ciência é um processo em sua construção, considerando-a como “uma espécie de tecnologia intelectual que os seres humanos desenvolvem para pôr ordem, sentido e eficácia no universo” (FOUREZ, 1997, p. 89, tradução nossa). Continua o autor destacando que nessa perspectiva, a construção dos saberes científicos e o desenvolvimento das tecnologias resultam de projetos complexos, nos quais os pesquisadores se envolvem para interpretá-los por completo. Na escola, porém, o saber científico não demonstra a ciência dessa maneira, e as disciplinas não se entrelaçam de modo a permitir a construção do pensamento em torno de problemas reais.

A estrutura disciplinar das Ciências também decorre da defesa histórica de que é necessário primeiro compreender os conteúdos disciplinares para posteriormente avançar para a interpretação e negociação com situações/fenômenos interdisciplinares. Acerca disso, não há dúvida de que tais disciplinas, que podem ser consideradas um conjunto organizado de modelos teóricos úteis para introduzir certo tipo de pensamento científico teórico, também permitem a comunicação dos saberes já produzidos para as novas gerações. No entanto, é necessário compreender as limitações do ensino de Ciências disciplinar, como a rigidez de tais disciplinas, o alto nível de abstração, os modelos vistos como prescrições eternas e, acima de tudo, o fato de que, em grande parte dos casos, o ensino de Ciências escolar não avança para a interdisciplinaridade (FOUREZ, 1997).

As disciplinas científicas, em geral, ficam reduzidas ao pensamento teórico das tradições científicas (FOUREZ, 1997) e dos conhecimentos relacionados a experimentos controlados dentro de laboratórios, não demonstrando os recortes sociais, políticos e econômicos nos quais o saber foi se construindo. Via de regra, também não se faz discussões sobre a finalidade do saber dentro do contexto no qual foi produzido.

Fourez (1997) pontua críticas a esse ensino disciplinar, pautado pela falta de relação entre teoria e realidade, como já mencionado, e propõe uma nova maneira de organizá-lo,

inferindo abordagens metodológicas que permitam desenvolver a autonomia, a comunicação e o domínio, critérios pontuados por ele, como pertinentes para tornar um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente, como veremos nas próximas seções.

3.3 Alfabetização Científica e Tecnológica em Gérard Fourez

Na concepção de Fourez (1997) o ensino de Ciências deve instrumentalizar o sujeito técnica e culturalmente para assimilar situações do seu entorno, e tal conhecimento deve permitir a compreensão da realidade, por meio da criação de teorias que possibilitem o diálogo entre pares e com especialistas. Para tanto, o autor defende o ensino de Ciências com base na construção da ACT.

O autor é enfático ao afirmar que a ciência está atrelada ao poder, logo, o sujeito que tem domínio desse conhecimento compreende a função social exercida pela ciência e pela tecnologia. Por meio desses saberes, faz a leitura de situações/fenômenos que envolvem aspectos científicos, tendo condições de tomar posicionamentos e decisões, inclusive de caráter ético e político.

Na percepção do autor, a ACT persegue três finalidades: autonomia do indivíduo (componente pessoal), comunicação com os outros (componente cultural, social, ético e teórico) e gestão do meio em que vive (componente econômico). Nesse viés, como destacado por Fourez (1997), é considerado alfabetizado científica e tecnologicamente o sujeito que tem autonomia para negociar decisões frente a situações sociais e da natureza, capacidade de comunicar (dizer), domínio (compreender) e responsabilidade diante de situações concretas.

A *autonomia* favorece a capacidade do sujeito de se posicionar racionalmente quando se depara com situações problemáticas. Tal comportamento sobrepõe a condição de um mero seguidor de receitas dadas por especialistas, supera a dependência. É importante ressaltar que isso não significa desconsiderar os especialistas, porém, o cidadão comum não pode se posicionar como um leigo frente a eles, pois precisa ter condições de avaliar, de discutir e de tomar posicionamentos perante situações que demandam sua presença.

Como exemplo, podemos citar a situação em que um médico (especialista), ao prescrever um fármaco ao seu paciente, exige o medicamento referência, e não um genérico. Nesse caso, o paciente precisa ter condições de conversar com o médico sobre os motivos que tornam necessário o uso do medicamento referência, para compreender as razões dessa indicação, uma vez que ela pode estar atrelada a interesses econômicos do especialista. Caso

não consiga construir um diálogo sobre isso com seu médico, o paciente se torna uma espécie de refém.

A *comunicação* é o meio pelo qual se torna possível compartilhar com grupos/sociedade situações da vivência do sujeito, pontos de vista e posicionamentos. Dentro da comunicação, encontra-se a habilidade do indivíduo de construir teorias, o que demanda compreender palavras, concepções e estruturas de representações que possibilitam comunicar aos pares a compreensão/ponto de vista do sujeito. A teoria é essencial para um debate ético, no qual ninguém seja um seguidor de receita, ou seja, constituindo-se em diálogo, conforme destaca Fourez (1997, p. 62, tradução nossa), ao mencionar que “a teoria é uma forma de mediar a comunicação humana”.

O *domínio*, pertencente à dimensão do conhecer, está atrelado ao saber-fazer e ao poder-fazer e permite a construção de sentido da teorização. Trata-se da maneira como se dá a compreensão social e individual do saber da ciência e suas implicações na sociedade, fator que permite ao cidadão comum se posicionar frente a decisões que envolvem ciência e tecnologia, sem ficar à mercê dos especialistas.

Considerando os três atributos principais para o desenvolvimento da ACT, Fourez (1997) aponta alguns requisitos para o sujeito ser considerado alfabetizado científica e tecnologicamente. O primeiro deles diz respeito a fazer bom uso dos especialistas. É impossível dominar todos os saberes, mas o sujeito precisa ter condições de compreender quando é necessário consultar um especialista e, também, de dialogar com ele.

O segundo atributo está relacionado a fazer a interpretação de um fenômeno, uma situação ou um problema, e, para tanto, é necessário eleger alguns conceitos que permitem construir uma compreensão, ou, na expressão de Fourez (1997), fazer bom uso das “caixas pretas”. Tais conceitos a serem selecionados para compreender um problema real não serão oriundos de uma só disciplina (relevância da interdisciplinaridade), estando relacionados à capacidade do sujeito de construir o que ele denomina de “Ilha Interdisciplinar de Racionalidade” - IIR⁸ para interpretar dada situação. Ainda, para compreensão de algumas situações, pode ser necessário construir modelos simplificados, mas suficientes e adequados para fazer uso deles, sem esquecer a dimensão real da complexidade de fenômenos/situações.

⁸ De acordo com Fourez (1997) uma IIR consiste em uma metodologia de trabalho pedagógico baseada na didática de projetos, que se desenvolve com base em situações-problemas. Tal recurso metodológico adota uma perceptiva formadora, estimulando a negociação, que requer saberes disciplinares com vistas à tomada de decisões, tendo, por fim, a ampla compreensão da situação, considerando as particularidades econômicas, sociais, culturais e tecnológicas.

Por fim, o terceiro requisito consiste na interpretação das situações, o que requer o estabelecimento de aproximações entre a teoria e o real, o que Fourez (1997) identifica como fazer bom uso de metáforas ou comparações e conseguir traduzir os saberes científicos para diferentes contextos e realidades. Compreender o mundo ao seu entorno é a primeira condição para o sujeito tomar decisões, posicionamentos e para participar democraticamente de debates. Isso requer a habilidade de negociar, articular saberes, diferenciar argumentos de caráter ético, político ou técnico, não reduzindo a sociedade a negociações técnicas⁹.

Ainda para elucidar as capacidades de um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente, Fourez (1997) apoia-se nas características propostas, na década de 1980, pela Associação Nacional de Professores de Ciências dos Estados Unidos - *National Science Teacher Association* (NSTA). De acordo com esse documento, um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente deve ser capaz de: utilizar conceitos científicos e integrá-los a valores e saberes para tomar decisões responsáveis no cotidiano; compreender que a sociedade exerce um controle sobre a ciência e a tecnologia, ao mesmo tempo elas imprimem características à sociedade; entender que a sociedade exerce controle sobre ciência e tecnologia por meio de subsídios que lhes concede; reconhecer a importância e limites da ciência e da tecnologia no progresso do bem-estar humano; conhecer as principais concepções, hipóteses e teorias científicas, além de ter condições de aplicá-los; apreciar a estimulação intelectual suscitada pela ciência e pela tecnologia; compreender que a produção dos conhecimentos científicos depende dos processos de investigação e de conceitos teóricos prévios; saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais; compreender as aplicações das tecnologias e a decisões implicadas a sua utilização; possuir conhecimento e experiência suficientes para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico; extrair da sua formação científica, uma visão de mundo mais rica e interessante; conhecer fontes confiáveis de informações científicas e tecnológicas e recorrer a elas quando precisar tomar uma decisão; ter certa compreensão histórica do desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Tais discussões apontadas por Fourez (1997) refletem as capacidades exigidas de um sujeito alfabetizado científica e tecnologicamente para compreender e participar conscientemente de atividades sociais, políticas e econômicas que requerem conhecimentos científicos e tecnológicos. Desenvolver essas capacidades nos estudantes pode estar atrelado as decisões tomadas pelos professores, especialmente dos aspectos subjacentes selecionados para seu fazer pedagógico, como veremos nas próximas seções.

⁹ Embora o saber técnico, em geral, seja subsídio para orientar deliberações éticas e políticas.

Ainda, ressalta-se que o autor ao delimitar os aspectos associados a desenvolvimento da ACT no sujeito propõe a construção de uma gama de capacidades, que indiscutivelmente são necessárias para o desenvolvimento de uma compreensão ampla da ciência e da tecnologia no contexto contemporâneo, mas que demandam uma educação científica de alta qualidade ao longo de toda a vida escolar, associado a vários outros aspectos que direcionam a uma educação de qualidade. Salientamos que desenvolver todas essas aptidões em uma realidade educacional como a do Brasil, principalmente diante das condições da escola pública, é um grande desafio, nesse sentido embora seja perseguido o objetivo de desenvolver uma formação científica e tecnológica ancorada nessas capacidades, temos consciência que, via de regra, a formação que poderá ser atingida dentro da realidade educacional na qual o estudo é desenvolvido é menos ampla.

3.4 Iniciação científica e as tradições do ensino técnico¹⁰

Grootaers e Tilman (1997) mencionam que, no sistema educacional, é comum vivenciarmos rupturas entre a teoria e a prática. Isso ocorre com frequência nos cursos práticos, que se ocupam da tarefa de ensinar como fazer, e nos cursos técnicos, que visam à construção de uma bagagem intelectual para o exercício de dada profissão, em geral com metodologias de ensino disciplinares, as quais apontam que os problemas que irão aparecer na realidade do trabalho poderão ser resolvidos com o acesso às informações armazenadas pelos estudantes ao longo do processo formativo. Esse formato de ensino (bem atual) apresenta falhas, sendo comum encontrar profissionais que, ao concluir a graduação, apresentam significativas dificuldades para exercer seu trabalho, devido à falta de relação entre o processo de aprendizagem e os problemas reais da profissão.

Tudo isso evidencia a necessidade de introduzir no sistema educacional, incluindo os cursos de graduação, novas práticas pedagógicas. Porém, os professores mostram-se resistentes, preocupando-se mais com a transmissão de informações do que com a formação do sujeito como profissional. Diante disso, é preciso vencer a herança cultural que aponta para o conteudismo e para o estudo da técnica isolada do contexto real (TILMAN; GROOTARES, 1997).

¹⁰ O subcapítulo toma por referência o capítulo 7 da obra organizada por Gérard Fourez (1997) e que foi escrito por D. Grootaers e F. Tilman, intitulada: “La iniciación científica em las tradiciones de la enseñanza técnica” (p. 153-168).

No que tange à educação básica, Fourez (1997) elucida que a sociologia da educação deveria oportunizar um saber útil e gratuito aos educandos, cuja finalidade é a formação da inteligência. O saber técnico não deveria ser reduzido ao utilitarismo, e sim apresentar um viés capaz de demonstrar que o ser humano descobriu/construiu grandes aparatos tecnológicos que transformaram a vida das pessoas, além de oportunizar resgates históricos e discussões acerca do uso social e da dimensão simbólica da tecnologia, estabelecendo discussões que extrapolam o funcionamento e o modo de fabricação. Dessa forma, a educação técnica precisa oferecer mais do que suporte técnico ou a formação de um profissional com saber técnico.

De acordo com Tilman e Grootaers (1997), em geral, a técnica é associada à fabricação e ao mundo do trabalho (olhado com conotações negativas), remetendo à ideia do saber-fazer, que se utiliza da inteligência manual, às vezes, denominada de “inteligência sem linguagem” (o sujeito sabe fazer, mas não consegue explicar como e por que faz). O trabalhador sabe decidir sobre materiais, melhores máquinas e como obter um resultado produtivo e, geralmente, é subalterno a “alguém mais inteligente”, ou seja, que detém o saber intelectual (a teoria). Assim, consolida-se a existência de dois grupos, os trabalhadores técnicos, que sabem fazer, e os trabalhadores especialistas, que compõem a elite trabalhadora (supervisores, gestores). No contexto brasileiro, isso é muito acentuado, pois, historicamente, a sociedade mostra-se dividida entre grupos dominantes e grupos dominados.

Olhando essa realidade, a educação precisa encontrar meios de introduzir uma cultura técnica em todos os segmentos do ensino, reduzindo a diferença que há entre saber prático (fazer) e saber técnico/intelectual (teórico). A escola, ao orientar o desenvolvimento para uma cultura técnica, prepara para o futuro, evolui para a noção de que há inteligência por de trás das técnicas, a qual auxilia na compreensão do mundo.

A pedagogia da técnica é herança da formação do artesão e alimenta grande parte das reflexões pedagógicas atuais, sendo importante compreendê-la para buscar novas alternativas para o futuro. O primeiro formato da educação técnica aconteceu na idade média, com a proposta de ensino destinada à formação de artesãos. Naquele momento, o desenvolvimento profissional estava atrelado às habilidades manuais, em que o aprendizado acontecia pela observação e repetição da tarefa. Os professores eram os artesãos experientes, que intervinham quando o aprendiz demonstrava dificuldade. Nesse processo, a formação se reduz à aquisição de habilidade profissional, e os aspectos morais são a disciplina, a ordem, o respeito e a hierarquia profissional.

No século XIX, surge a escola profissional, que dá continuidade ao modelo formativo de aprendiz de artesão. Nesse momento da primeira fase da industrialização, a busca é por

desenvolver habilidades para os trabalhadores atuarem na indústria e em processos mecânicos. O trabalho manual é, então, substituído por máquinas, levando a que os trabalhadores com condições de operar essas tecnologias recebam melhores salários. Embora, nesse período, tenha sido vivenciado o processo de industrialização, os aspectos de aprendizagem e a dimensão do ensino da técnica representaram extensões da idade média, baseados na aprendizagem do método e nas regras do ofício. Nesse espaço, o professor era um profissional experiente na área que transmitia aos alunos os conhecimentos/informações sobre o método e o saber-fazer.

Em um segundo momento do século XIX, surge a escola industrial, na qual a formação técnica sofre uma ruptura do modelo de aprendiz de artesão, cujo objetivo estava na formação de trabalhadores para a indústria, envolvendo máquinas e ferramentas mais modernas. Frente a esse novo modelo, Tilman e Grootares (1997) relatam que a escola não assume uma ação pedagógica voltada à prática, dando espaço para a instrução teórica. Deixa a cargo das fábricas a aprendizagem da prática e fica responsável pelo desenvolvimento da teoria e pelo lugar de “armazenar saberes teóricos para serem utilizados no futuro quando surgirem problemas na vida profissional” (TILMAN; GROOTARES, 1997, p. 163, tradução nossa).

O ensino escolar é baseado na transmissão teórica de saberes, explicações sistemáticas, na transmissão da palavra, mas longe da prática, e a aplicação na indústria é o objeto principal do ensino da técnica. E nesse formato de ensino, a ciência só é lembrada como antecessora da técnica. Tilman e Grootares (1997, p. 164, tradução nossa) chamam a relação teórico-prática que caracteriza a escola industrial de “inteligência dos princípios”, sendo esse ensino destinado a uma elite trabalhadora.

Nesse contexto histórico, as escolas industriais adotam a ideologia das luzes, relacionando o progresso da humanidade à transformação racional do mundo, que só foi possível graças aos descobrimentos científicos. Ou seja, o progresso técnico posto em ação na indústria assegurou o bem-estar geral, de cada indivíduo e do conjunto da sociedade, fato relacionado ao contexto de modernidade (GIDDENS, 1991), ocasião em que as ciências e a tecnologia eram vislumbradas como solucionadoras de problemas (BECK, 2011).

No período entre guerras, o ensino técnico evolui visando à formação de trabalhadores especializados, sendo o pós-primeira guerra mundial marcado como a segunda fase da industrialização, com máquinas mais sofisticadas, divisões de trabalho inspiradas no taylorismo e maior complexidade na organização do trabalho (TILMAN; GROOTARES, 1997), o que leva o trabalhador técnico a assumir o lugar do obreiro-artesão. Nesse novo modelo, a escola técnica busca desenvolver a capacidade de interpretar e executar trabalhos mais complexos, expressos em códigos e de controle exterior, modificando radicalmente a forma de prática e, em certos

aspectos, a autonomia do trabalhador artesão. Tilman e Grootares (1997, p. 167, tradução nossa) chamam esse momento de “inteligência da prática controlada”, visto que a habilidade do bom trabalhador é ser um executante inteligente e fiel às regras, seguindo as instruções com precisão e rapidez. Desse cenário decorre a baixa apreciação da técnica, como se ela estivesse um degrau abaixo da ciência. Nessa conjuntura, surgem três tipos de trabalhador: o artesão, o técnico e o especializado.

Tal compreensão histórica sobre o ensino técnico no mundo é relevante, pois dela derivam as concepções que norteiam o ensino na atualidade, muito próximo do saber-fazer, o que na sociedade atual não é mais suficiente e precisa ser ampliado, e que também vem ao encontro das proposições apresentadas na BNCC (BRASIL, 2017, p. 321) quando expressa:

A sociedade contemporânea está fortemente organizada com base no desenvolvimento científico e tecnológico. Da metalurgia, que produziu ferramentas e armas, passando por máquinas e motores automatizados, até os atuais chips semicondutores, ciência e tecnologia vêm se desenvolvendo de forma integrada com os modos de vida que as diversas sociedades humanas organizaram ao longo da história.

A tecnologia está cada vez mais presente no cotidiano dos sujeitos, o que provoca mudanças radicais nas relações e na forma de vida e de trabalho. Portanto, mais do que saber operar os aparatos tecnológicos, o cidadão precisa ter domínio e compreensão das dimensões sociais, econômicas e políticas de aspectos relacionados à tecnologia, possibilitando que “alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum” (BRASIL, 2017, p. 321).

3.5 Uma nova cultura frente às técnicas¹¹

A sociedade atual, em que a tecnologia está tão presente, exige uma formação tecnológica básica e efetiva para todos os cidadãos. Entre outros aspectos, essa formação está atrelada a escolhas políticas, na medida em que se opta por formar ou um sujeito subordinado à tecnologia (seu refém), ou um sujeito que a domina, com habilidade de usá-la e fazer negociações em um mundo tecnocientífico.

Diante do cenário contemporâneo e da importância de desenvolver a cultura tecnológica, esta pode se configurar com base em diferentes concepções, as quais não se sobrepõem, mas

¹¹ O subcapítulo toma por referência o capítulo 8 da obra organizada por Gérard Fourez (1997) e que foi escrito por F. Tilman, intitulada: “Hacia una nueva cultura frente a las técnicas” (p. 169-188).

podem ser eleitas de acordo com o contexto e as particularidades de cada espaço educativo. Conforme Tilman (1997), uma dessas concepções é a formação de **usuários inteligentes**. Nela, o sujeito formado tem condições de compreender as ferramentas tecnológicas e seu funcionamento, sendo capaz de fazer abstrações ao relacionar diferentes partes da máquina, um esquema mental que permite interpretar a forma de utilizá-la. Ainda, um usuário inteligente tem percepções acerca do funcionamento do equipamento, interpreta o manual de instruções, compreende possíveis erros e sabe negociar com especialistas da área.

Por último, um usuário inteligente sabe agir na manipulação da tecnologia, pois compreende a relação entre o homem e a máquina. Isso exige o domínio de capacidades intelectuais gerais, entre elas, a possibilidade de abstrair, de entender uma realidade mediante representações simbólicas, de saber decompor um problema em diversas partes e estabelecer vínculos entre elas.

A ação pedagógica com vistas ao desenvolvimento dessas habilidades requer a articulação entre teoria e prática, com consensos entre representações e concepções, referência mental que permite compreender a realidade. É fundamental uma ação pedagógica construtivista orientada na solução de problemas reais e complexos, desafios intelectuais e tomada de decisões. Essa ação exige o desenvolvimento de saberes teóricos atrelados a contextos práticos e voltados a resolver problemas reais, ou seja, construir IIR em torno de situações reais.

Assim, o processo de ensino-aprendizagem deve permitir a interação dos sujeitos com situações-problemas, articulando escola e espaços de aprendizagens alternativos fora dela, onde o estudante tenha a oportunidade de manipular aparatos tecnológicos e máquinas. Tal contato irá gerar indagações e curiosidades, passo primordial para a construção da aprendizagem. Ainda, essa interação possibilita avanços progressivos da linguagem tecnológica, compreensão dos ritmos de produção, gastos energéticos, enfim, permite compreender e analisar vários aspectos associados à tecnologia.

A conjuntura social moderna exige uma cultura técnica dos usuários, à qual está atrelada uma ideologia de eficiência e conveniência para sua utilização. Os discursos inovadores, em que a realidade requer cooperação, ações coletivas e busca pelo bem comum, demandam sujeitos autônomos, responsáveis e com iniciativa individual para realizar ações dentro da coletividade, mas de forma consciente.

Igualmente, essa cultura técnica favorece empresários e colaboradores, considerando que, com o desenvolvimento do capitalismo, faz-se necessário um novo perfil de trabalhador, mais flexível intelectual e psicologicamente. Com uma pedagogia democrata e progressista, o

objetivo é desenvolver um indivíduo com nova identidade, não submisso à tecnologia, mas que utiliza os aparatos tecnológicos a seu favor. Assim, subjacente à proposta pedagógica da formação de um usuário inteligente, está a formação de um trabalhador e cidadão de alto nível intelectual, com exigências sociais mais elevadas e mais participativo.

Outra concepção da cultura técnica é a formação do **cidadão lúcido**, que avança sobre o usuário inteligente, com um perfil crítico, responsável e com condições de pensar a técnica. Trata-se de uma dimensão teórica e enciclopédica que faz parte do desenvolvimento intelectual para construção de grandes inventos tecnológicos. O cerne dessa concepção está na habilidade de o sujeito alfabetizado tecnologicamente fazer perguntas e encontrar respostas por meio da investigação em documentos e mediante a consulta a especialistas. Significa compreender a lógica do desenvolvimento de novas tecnologias e as relações entre o desenvolvimento tecnológico com as dimensões sociais e econômicas.

Nessa proposta, Tilman (1997) considera quatro dimensões sociais em torno da tecnologia: o sistema de produção, o qual envolve indagações acerca de como e por que se desenvolve a tecnologia; o sistema de consumo, que contempla as regras do mercado, no sentido de questionar se a nova tecnologia é um modismo, possui uma carga simbólica ou usá-la tem um real significado e atende uma necessidade; o sistema de utilização, referente à relação do homem com a utilização da máquina e com os avanços da tecnologia ao longo do tempo; e o sistema de objetos, que abarca a interpretação sobre aparatos tecnológicos com a mesma função, que avançam somente em modelagens externas.

Essa dimensão da formação de um cidadão lúcido é indiscutivelmente interdisciplinar e repousa, principalmente, sobre a capacidade do sujeito de fazer perguntas e de investigar em documentos e em fontes autorizadas informações que o ajudarão a encontrar resposta e tomar decisões, tendo discernimento sobre o surgimento, as condições de funcionamento e as consequências da sua utilização. Salientamos que, para fazer perguntas, é necessário acumular uma sólida bagagem intelectual, seguida de indagações que demonstram habilidade de sintetizar respostas articulando saberes, além da capacidade de comunicar ao público essas respostas.

A alfabetização tecnológica requer uma escola que ofereça mais do que uma bagagem de conteúdos, mas, sobretudo, que oportunize condições para o indivíduo manipular a massa de informações que recebe, de forma que gere meios de tratar as informações, visando soluções e tomada de decisão, contribuindo para a emancipação dos sujeitos e a instauração da democracia.

Uma terceira concepção de cultura técnica é o modelo prático experimental do **sujeito criativo e eficaz**. Nessa concepção, insere-se o sujeito capaz de propor projetos tecnológicos,

que possui habilidades para, além de ser usuário da tecnologia, desenhar transformações/avanços tecnológicos. Para isso, o sujeito precisa ser criativo, proativo, dominar os conteúdos e procedimentos; por meio da abstração, organizar respostas para problemas concretos; possuir metacompetências de um investigador, criador; ter o desejo de mudar o que está posto. Mas, mais do que tudo isso, ele precisa compreender a relação entre a tecnologia, o mundo e as pessoas.

Esse modelo de cultura é voltado a sujeitos que se dirigem para uma formação profissional, técnica, a qual compreende as etapas de imaginar e fazer projetos, ter contato com problemas mais complexos, propondo soluções intelectuais, e ações experimentais, que envolvem a dimensão de saber-fazer. O desenvolvimento dessa cultura pressupõe, portanto, um sujeito com orientação para essa área de atuação.

Um aspecto de suma relevância consiste em lembrar que o pesquisador não desenvolve a tecnologia alienado do mundo e da sociedade. Ao contrário, suas ações devem estar inseridas em contextos de utilização, de estratégias econômicas multinacionais do progresso tecnológico.

As três dimensões culturais da técnica são relevantes no cenário atual, por permitirem a formação de um sujeito que compreende a relação da técnica com a sociedade. Assim, a escolha de um ou outro modelo formativo deverá se dar de acordo com o público que se deseja formar e as finalidades que se busca com essa formação. Ainda, ressaltamos que, para desenvolver essas culturas, é necessário ir além de um ensino transmissivo de conteúdos isolados, devendo-se partir de problemas reais, complexos e multidimensionais. A aquisição da inteligência tecnológica demanda trabalhar com conteúdos confusos no início, com inteligibilidade parcial, e, para isso, a única didática possível é a construtivista. E, sem dúvida, para desenvolver uma cultura técnica contemporânea, é necessário percorrer caminhos de inovações pedagógicas (TILMAN, 1997).

3.6 Enriquecimento tecnológico na Educação Básica

O ensino na perspectiva da ACT, necessariamente, precisa ser dotado de uma dimensão tecnológica, não voltada à orientação tecnológica da prática, mas, como propõe Fourez (1997), a uma dimensão teórica, enraizada no cotidiano, com a intenção de alcançar visões mais amplas e possibilitar a elaboração de representações do conjunto de situações nas quais a tecnologia se insere. Isso está além de uma proposta de ensino profissionalizante, envolvendo uma discussão interdisciplinar que abarca aspectos sociais, políticos, econômicos, técnicos e que permite compreender e negociar no mundo altamente tecnicizado.

Um processo educativo atento à finalidade da AT é, de acordo com Fourez (1997), norteado por uma ação pedagógica que visa à construção de representações intelectuais referentes a projetos reais, desenvolvendo habilidades para compreensão e negociação sobre os aspectos tecnológicos que o sujeito encontrará ao longo da vida. Sobre isso, o autor destaca que “o que importa do ponto de vista pedagógico é mostrar que uma representação intelectual é escolhida com base nos projetos que são visualizados no empreendimento científico ou técnico” (FOUREZ, 1997, p. 144, tradução nossa).

O autor, também, pondera que um currículo voltado à AT deve ser orientado por dimensões lógicas que podem ser da subordinação, do domínio ou da negociação. A lógica da subordinação vai ao encontro do sujeito que se adapta a uma dada tecnologia, não tendo capacidade de negociar frente ao quadro tecnológico em que se encontra, ou seja, o sujeito é um mero seguidor de receita. Já na lógica do domínio, o sujeito manuseia aparatos tecnológicos e alimenta a ilusão de que é possível dominar os sistemas nos quais está inserido com o saber que possui, quando, na realidade, é somente um consumidor de tecnologia. Por fim, na lógica da negociação, os usuários da tecnologia são mais do que consumidores passivos, mas compreendem o contexto tecnológico no qual estão inseridos, sabem fazer uso de especialistas, o que se atribui à visão crítica e de autonomia. Buscando estratégias possíveis frente ao sistema que lhe é imposto, esse usuário sustenta, também, um espírito de inovação importante para a sociedade e a economia.

Dentre as possibilidades apontadas, Fourez (1997) defende que um ensino na perspectiva da AT deve seguir a lógica da negociação, a qual conduz à formação de um sujeito autônomo capaz de se posicionar frente a situações reais que envolvem aspectos tecnológicos dentro da sociedade contemporânea.

O autor, ainda, sugere que os conteúdos tecnológicos no processo educativo podem ser conduzidos pela orientação de projetos, o que requer análise de uma situação-problema (técnica, ética, econômica), elaboração de diferentes planos na busca de soluções, negociação, elaboração do projeto e comunicação entre os envolvidos e com a comunidade. Igualmente, podem ser abordados por meio do estudo de grandes inventos tecnológicos, que envolvem discussões do quadro histórico em que se desenvolveu o aparato tecnológico, a modernização do sistema socioeconômico que tal tecnologia permitiu, a construção de experimentos na busca de compreender o funcionamento do equipamento, evidenciando-se a importância da negociação com a tecnologia, os avanços que ela permitiu, as implicações na vida concreta. Outra possibilidade é tratar os conteúdos pelo formato de negociação com uma tecnologia atual, por meio da discussão sobre um determinado objeto/equipamento, envolvendo aspectos sociais,

técnico-científicos e experimentais. Observa-se que essa etapa tem por objetivo utilizar os conhecimentos que os alunos reuniram para negociar frente à tecnologia, demonstrando autonomia.

A AT requer um equilíbrio entre compreensões técnico-científicas e significações sociais, desenvolvendo habilidades dos alunos para que façam uso de especialistas, construam IIR em torno de situações reais, utilizem metáforas e tomem decisões, ou seja, construam uma organização mental e interdisciplinar frente a aparatos tecnológicos, para que consigam “discernir na realidade as implicações sociais, econômicas, culturais, etc. das possíveis escolhas tecnológicas” (FOUREZ, 1997, p. 151, tradução nossa).

3.7 A ambígua história do ensino de Ciências¹²

A história da ciência é uma alternativa de entrelaçar as Ciências da Natureza com as humanidades, discutindo o contexto envolvido na produção científica e o que impulsiona os pesquisadores dessa área. Porém, nos livros didáticos, ela tem se reduzido aos caminhos que alguns cientistas percorreram até descobrir uma verdade absoluta.

Na educação básica, os professores do componente curricular História pouco tratam acerca das Ciências, assim como os professores desta última área pouco se interessam pela história desse saber, considerando mais relevante ensinar os produtos (conteúdos) científicos. Já os livros didáticos de Ciências reduzem a história da ciência a aspectos históricos, colocando no início ou no final de cada capítulo o relato de algumas descobertas científicas ou a biografia de algum pesquisador de sucesso.

A história da ciência não deve apenas discutir como ocorreram as descobertas científicas, mas precisa se envolver com questões que abrangem a forma como os cientistas trabalham, o contexto em que desenvolvem pesquisas, as relações sociais, econômicas e políticas, dando condições para o sujeito pensar sobre esse processo e estabelecer uma ideologia tecnocrata.

A história da ciência apresentada nos livros didáticos limita-se, porém, a um olhar no qual alguns cientistas célebres são protagonistas. Não se discute a realidade na qual ocorreu a pesquisa, sendo apenas apresentada a teoria final, e não a sua construção (pressuposto empirista). Não se discute o cenário da pesquisa, tampouco os interesses nela envolvidos (pressuposto internalista).

¹² O subcapítulo toma por referência o capítulo 9 da obra organizada por Gérard Fourez (1997) e que foi escrito por G. Fourez e Ph. Mathy, intitulada: “La ambígua historia de las ciencias em la enseñanza” (p. 189-203).

Na análise de Fourez e Mathy (1997a), a história da ciência mostrada nos livros didáticos é uma anedota, pois apresenta a construção da ciência em episódios isolados, preferencialmente os que se tornaram Prêmio Nobel. Desse modo, promovem a ciência embasada em grandes personalidades que suscitam respeito e reduzem toda a história em poucos grandes homens, usando a metáfora do descobrimento, sem se preocupar em discutir o contexto de pesquisa, nem a comunidade científica envolvida nessa descoberta.

Os livros não mostram o contexto de tempo e de local em que os saberes foram construídos, não demonstram que as descobertas decorrem de questões com direcionamento de pesquisas da época e ligados a projetos. De certa forma, ignoram que os cientistas são uma categoria social e uma comunidade, deixando de lado a evolução dessa comunidade e o fato de que os investimentos que a ela se destinam estão associados a interesses – de indústrias, das forças armadas, dos grupos financiadores – que afetam a vida cotidiana de todos os cidadãos.

Nesse formato, a história da ciência parece desprovida de sentidos, singular, na medida em que não considera a base dos projetos que geraram novos saberes, das escolhas realizadas ao longo do estudo e das decisões tomadas na busca do desenvolvimento tecnológico. Isso revela o caráter absolutista do discurso científico, sugerindo que os projetos são resultado de buscas individuais, que surgem superficialmente, sem caráter ideológico.

As obras apresentam datas de nascimento e morte, nacionalidade, fotografia e o descobrimento dos cientistas, sem qualquer menção a movimentos de investigação, aos avanços de cada época e às questões socioculturais que orientam a busca pelo saber. Em suma, os livros mostram as descobertas científicas como realizações individuais, de homens com destaque e respeitados que produziram um saber universal e inquestionável, acima das contingências e dos interesses de sua época. Essa visão eleva as práticas científicas como as mais respeitadas e deixa implícita a ideia de que se deve recorrer a um especialista sempre que é necessário tomar uma decisão importante, ou seja, é um veículo poderoso de valores tecnocratas, o que não se mostra adequado para o contexto de reflexividade atual.

Em contrapartida, alguns autores de livros didáticos abordam concepções contemporâneas da epistemologia, história e sociologia da ciência, descrevendo seus avanços temporais, contextos que geraram as perguntas, os paradigmas, enfim, buscando demonstrar que o conhecimento é construído para se entender o mundo (pressuposto construtivista). Por esse olhar, os cientistas/pesquisadores são uma comunidade condicionada pela prática e por representações do contexto onde atuam na sociedade técnico-científica. Eles são os instrumentos de transformação e legitimação do serviço de determinados grupos (pressuposto social).

Por esse aspecto, discute-se o processo de invenção teórica sobre os projetos, busca-se entender como surgiram os problemas de investigação que possibilitaram descobertas, não se envolvendo somente com a particularidade da descoberta científica, mas também com os aspectos sociais da época da descoberta. Ou seja, discute-se que os problemas de investigação surgem atrelados a manifestações econômicas, jogos de poder e modos de pensar de cada época.

Essa perspectiva mostra a atividade científica ligada a paradigmas, tomadas de decisão, atrelada a problemas humanos e contextos históricos. Por essa dinâmica, a observação/discussão da história não está determinada e permite o desenvolvimento de enfoques teóricos contraditórios, de acordo com os contextos de desenvolvimento e de projetos particulares.

Ao discutir a atividade científica como prática social, a história da ciência gera indagações em alunos e docentes. Ter consciência disso ajuda a comunidade educativa a adaptar os cursos escolares à evolução sociotecnológica, permitindo a formação crítica como forma de questionar as lógicas dominantes (FOUREZ; MATHY, 1997a). Quando se opta por esse ponto de vista, não se enxerga a história como uma acumulação de sucessos, mas como uma evolução progressiva sobre a maneira de enfrentar os problemas, quadro que permite uma releitura do mundo na qual se incorporam aspectos teóricos do passado. As indagações são expressões das preocupações de cada contexto. Tal enfoque mostra-se relevante na construção da ACT dos sujeitos nesse cenário de sociedade de risco, onde a ciência reflexiva (BECK, 2012) exige a análise contextualizada dos benefícios e prejuízos que os avanços científicos e tecnológicos acarretam.

Quanto ao discurso científico dentro da história da ciência, Fourez e Mathy (1997a) mostram que os livros habitualmente o mostram como se a ciência fosse a única forma de conhecimento verdadeira e digna de interesse, enquanto as demais são reduzidas a clichês. Dizem que os homens acreditam na ciência quando se libertam da inteligência dos dogmas, da magia, do pensamento supersticioso, quando a trazem como o ensino da observação, superior ao espírito escolástico e ao obscurantismo religioso da idade média. Os gregos defendem que acreditar na ciência é a primeira fase do desenvolvimento racional. Dessa forma, opõem a ciência racional ao pensamento irracional.

De acordo com Fourez e Mathy (1997a), mais esclarecedor e menos mistificante seria plantar questões que permitissem aos sujeitos andar sozinhos na construção do seu pensar, concluindo que a ciência tem mais respostas do que saberes mitológicos. A construção do conhecimento científico é uma maneira de gerar questões, e a observação é uma concepção racional que admite modelos de representações e de ações que podem ser constantemente

negociadas. Esse modo de discutir a ciência contribui para a tomada de consciência acerca do caráter relativo e das particularidades históricas dos projetos dos quais se elaboram investigações teóricas com o fim de atuar mais eficientemente no domínio de compreensões particulares, evitando o imperialismo do saber científico.

Dessa forma, e seguindo o exposto por Fourez e Mathy (1997a), a história faz aproximações entre as ciências e a sociedade, mostrando que a trajetória do desenvolvimento científico teve percalços e alguns triunfos, e serve de base tanto para os futuros profissionais do ramo como para os cidadãos em geral. Para os futuros profissionais, as aproximações históricas culturais mostram os múltiplos ingredientes e condicionamentos dos processos que constroem a ciência, dando sentido a essa construção; permitem a compreensão de que as escolhas são feitas conforme as concepções de cada época, ou seja, que a ciência é relativa e ideológica; colocam, também, a ciência como questionadora da realidade, e não como uma verdade determinada, dogmática e absolutista; demonstram a perspectiva sócio-histórica das ciências, podendo ajudar a amadurecer a tomada de decisões, pois mostram com realismo a vida do pesquisador, a necessidade de saber negociar, de escolher, as obrigações e os espaços de liberdade que uma vida científica implica.

Segundo Fourez e Marthy (1997a), para cidadãos em geral, a aproximação sócio-histórica da ciência permite a percepção dos limites e da relatividade dos saberes científicos frente a outras formas de conhecimentos. Mostra, ainda, que essa profissão, como qualquer outra, contempla conflito de interesses vinculados a escolhas contraditórias dos grupos humanos na sociedade, pondo em evidência que os cientistas participam de impasses e projetos humanos de acordo com sua época. Abre, além disso, a possibilidade de novas linguagens, novas formas de pensar, de articular e de decidir, mostrando que todos estão irreversivelmente comprometidos com uma história aberta, pois somos homens da sociedade.

Essa forma de compreender e discutir a história da ciência, na percepção de Fourez e Mathy (1997a), é mais adequada, já que integra os elementos históricos, dando sentido à atividade dos cientistas e ampliando as perspectivas de discussão acerca dessa atividade.

3.8 A dimensão ideológica do ensino de Ciências¹³

¹³ O subcapítulo toma por referência o capítulo 10 da obra organizada por Gérard Fourez (1997) e que foi escrito por G. Fourez e Ph. Mathy, intitulada: “Percibir la dimensión ideológica de la enseñanza de las ciencias” (p. 205-219).

Fourez e Mathy (1997b) afirmam que a ação educativa e a prática de ensino são sempre dotadas de valores ideológicos, estando o docente ciente ou não desse teor ideológico intrínseco ao ato de ensinar. Por sua vez, a sociedade tende a tecnocratizar a educação, na medida em que a reduz a instruções das disciplinas científicas, acreditando por isso na neutralidade ideológica, e, nesse viés, as questões de escolhas inerentes da sociedade não são discutidas no ensino de Ciências. Em última instância, ensinar se abrevia a um ato técnico, bem delimitado pelos conteúdos necessários para a promoção, em uma ciência voltada ao saber-fazer. Não há lugar para a negociação nesse ensino, pois tudo já está determinado pelos saberes científicos e tecnológicos.

Segundo Fourez e Mathy (1997b), no que tange à concepção teórica, poucos educadores optam por uma visão tecnocrata ao ensinar Ciências. Porém, a realidade é outra: na prática, tende-se a confiar em um ensino disciplinar e de especialidades, o que conduz a uma prática mais próxima à de instrutores do que à de educadores. Portanto, é relevante discutir os limites da visão tecnocrata e mostrar em que aspectos o ensino de Ciências pode desenvolver posturas éticas. Nesse viés, a ACT passa, sem dúvida, pela tomada de consciência de todas as áreas e por uma educação científico-tecnológica que discute o jogo de escolhas, de valores e de ideologias.

A escolha ideológica do processo educativo tem início na opção pelo programa de ensino (currículo), sendo essa uma escolha de dimensão política, no sentido mais preciso da palavra, na medida em que dita as normas e os regulamentos que são impostos a grupos sociais, em nome de uma concepção particular do que é bom. Decidir sobre um programa de ensino não é um ato científico, no entanto, é comum vermos bancas de escolha de programa de ensino constituídas somente por especialistas da área, conduzindo o processo com um caráter tecnocrático. É importante a aproximação de especialistas que fazem análises de aspectos sociais para equilibrar esse processo de elaboração, oportunizando que o programa se constitua por debates e negociações que conduzam à tomada de decisões, além de saberes particulares da área.

Fourez e Mathy (1997b) destacam que se busca no contexto contemporâneo um ensino capaz de responder tanto a saberes científicos quanto a projetos sociais, incluindo os conflitos entre eles. Logo, os debates relativos aos programas sempre fluem em negociações e decisões políticas. Seguem os autores mencionando que há conteúdos estudados nas Ciências Naturais que dão margem para questionamentos ideológicos, como, em Biologia, é o caso do estudo da bioética da evolução e, em Física, da origem do mundo, o que contempla questões de valores e

ideologias. Mas, salvo esses casos excepcionais, o ensino de Matemática e Ciências, em princípio, costuma ser visto como uma instrução neutra, sem ideologia e valores.

De outra perspectiva, contudo, podemos perceber que a educação em Ciências e em Matemática carrega um conteúdo ideológico muito maior do que as religiões, conforme as palavras de Fourez e Mathy (1997b, p. 210) “de maneira paradoxal, mas pertinente os cursos de matemática e de ciências implicam um conteúdo ideológico muito maior que os de religião” (TRADUÇÃO NOSSA) e justificam essa afirmação ponderando que

os alunos ao entrarem em uma aula de ciências estão bem determinados a acreditar nas verdades que vão lhe ser propostas. Se, por exemplo, a prova que lhes apresentam não lhe satisfaz, o aluno estimará geralmente tê-la compreendido mal, antes de questionar a teoria apresentada. Finalmente o espírito crítico dos alunos não é, nestes cursos, mais que setorial e limitado ao raciocínio da disciplina (FOUREZ; MATHY, 1997b, p. 210, tradução nossa).

Conforme Fourez e Mathy (1997b,) ao entrar em uma aula de Ciências, os alunos estão bem decididos a crer nas verdades que serão apresentadas, e essa crença faz ser menor o espírito crítico e mais raras as indagações acerca do que está sendo estudado. Se não forem discutidas as causas e os efeitos relativos ao conteúdo, os aprendizes irão acreditar cegamente nessa representação de mundo.

Ainda de acordo com Fourez e Mathy (1997b), a ideologia e os valores que são transmitidos não devem ser considerados questões de impureza científica; elas são inevitáveis e testemunham sobre a saúde do curso, na medida em que mostram onde se conecta o conhecimento científico com o mundo concreto, dando sentido ao ensino. O programa de ensino e os conteúdos possuem atributos ideológicos, mas, para além disso, o discurso docente é carregado de teor ideológico, estando o docente ciente ou não disso.

Nas palavras de Fourez e Mathy (1997b, p. 211), “nunca um docente consegue ter domínio sobre todo o conteúdo ideológico do seu discurso”. Sem dúvida, há um equilíbrio entre uma total consciência do professor sobre o que transmite e uma cegueira sobre a ideologia que anuncia. O docente precisa compreender o discurso que transmite para poder fazer escolhas e tomá-lo como um espaço de liberdade. Nessa perspectiva, o autor pondera que uma maneira de compreender o discurso ideológico de um texto é reescrevê-lo de outras formas.

Mais do que entender que o fazer docente é carregado de ideologia, é preciso compreender onde estão situados os domínios das questões ideológicas. Vale lembrar que é impossível haver um discurso sem ideologia, e a lucidez da análise conduz a responsabilidade

das decisões que se toma. Logo, a ausência dessa análise é um discurso sem escolha, mas nunca um discurso neutro.

Ainda, questões sociais sempre se referem a representações ideológicas do mundo e da sociedade. Diante disso, pode ser importante os docentes investigarem os pressupostos ideológicos dos programas que ensinam, para que tenham clareza do campo ético do qual fazem parte.

Fourez e Mathy (1997b) afirmam que o caráter ideológico de um discurso se constrói pelo conjunto de pequenas observações ao longo da ação docente, tais como a maneira de explicar a importância desse ensino dentro da sociedade e da vivência dos sujeitos (uma forma de motivação para a aprendizagem), o modo como são conduzidas as discussões sobre a evolução científica, como é apresentada a racionalidade científica.

O caráter ideológico do ensino que se oferece ecoa na sociedade. Portanto, a escolha dessa ideologia é de suma relevância quando se busca a qualidade na educação. Mesmo com a certeza de que ninguém pode saber exatamente quais serão os efeitos do seu discurso ideológico, conhecer os valores desse discurso é um ato de responsabilidade sobre a própria ação.

Uma reflexão ética e política responsável frente ao ensino não requer ausência ou redução de conteúdos, mas decorre de agregar dimensões sociais, históricas, políticas e econômicas às discussões, demonstrando que o conhecimento é necessário para compreender e interagir na sociedade. Dessa forma, é importante termos a clareza de que a formação científico-tecnológica não pode se limitar a questões da aprendizagem das instruções.

3.9 Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade

Como forma de operacionalizar em sala de aula, o defendido em termos do ensino de Ciência, Fourez (1997) propõe o uso de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIRs). Essas ilhas arregam consigo o anunciado nas páginas anteriores e defendido em termos de uma ACT, consistindo em uma abordagem metodológica associado a projetos, ou seja, “um modelo orientado no caminho multidisciplinar, com fins pedagógicos reais” (FOUREZ, 1997, p. 105, tradução nossa). É uma representação operacional de uma atividade interdisciplinar que pode auxiliar na ação docente, tendo consciência que, em situações concretas, há necessidade de fazer adaptações conforme a realidade. Esse caminho pedagógico se desenvolve com base em situações-problemas, que são interdisciplinares, porém, para sua resolução são necessários saberes disciplinares.

Quando se abre espaço para um trabalho interdisciplinar na escola, decisões políticas são colocadas em pauta, pois as normas de trabalho passam a ser criadas pelo grupo, sem necessidade de imposições, abrindo espaço para as negociações. Ainda nesse aspecto, o aprendiz tem possibilidade de escolher quais saberes disciplinares são mais relevantes para a resolução da situação-problema que se apresenta.

A pedagogia por projetos também permite a escolha de conteúdos mais pertinentes para resolver o problema que se tem, pela perspectiva da qual o sujeito enxerga. Logicamente, as situações-problemas são vistas de formas diferentes por um professor, um arquiteto ou um empresário, e isso não é, necessariamente, porque um deles está errado, mas é devido à perspectiva da qual cada um olha, buscando meios para resolvê-las. A ação de educar por projetos abre um leque de possibilidades, permitindo que o aprendiz eleja o caminho que deseja percorrer.

No trabalho interdisciplinar, é importante a existência de grupos pluridisciplinares, onde os sujeitos estejam envolvidos em diferentes papéis, tomando decisões e defendendo seus pontos de vista, negociando com os demais. Em algumas situações, será necessária a ajuda de sujeitos com saberes mais específicos, os especialistas, sendo importante interpretar quando é demandada essa interferência e saber compreender as colocações do especialista, tendo discernimento sobre a relevância a ser dada a elas. O comitê pluridisciplinar precisa ter consciência das diferentes aproximações acerca da situação-problema, elegendo as mais relevantes para conduzir a tomada de decisão e, finalmente, a resolução. Assim, o ensino é dado como uma investigação aberta, e não como um saber absoluto.

Conforme Fourez (1997, p. 109, tradução nossa), para criar uma IIR, “devemos considerar seu contexto, o projeto subjacente e os destinatários da produção teórica criada”. Assim, a metodologia da IIR permite um trabalho voltado ao aprender a fazer, mais utilitário, atrelado a uma dimensão teórica, dando uma representação consensual da situação, com dimensões históricas, econômicas, culturais.

Fourez propõe alguns passos para a elaboração de uma IIR, que adota uma perceptiva formadora, estimulando a negociação, que requerer saberes disciplinares com vistas à tomada de decisões, tendo, por fim, a ampla compreensão da situação, considerando as particularidades econômicas, sociais, culturais e tecnológicas. Dessa forma, mostra-se uma boa alternativa de trabalho pedagógico para desenvolver habilidades requeridas para os sujeitos inseridos na sociedade de risco (BECK, 2011).

A IIR pode ser desenvolvida por meio de um projeto técnico, de uma ferramenta, de uma situação ou de um conceito. O início da IIR se dá por um conjunto de representações iniciais

(certas ou não) que a equipe tem sobre a temática de estudo, denominada de “clichê”. Após essa etapa se estabelece um panorama espontâneo, onde se avança nos contextos abordados nos clichês. Nesse momento o professor levanta questionamentos interdisciplinares sobre a temática envolvida, com vistas a apresentar caminhos para a investigação dos estudantes.

A próxima etapa requer auxílio de especialistas, quando se abrem as “caixas pretas” que são julgadas como pertinentes para a compreensão da situação. A busca do especialista visa auxiliar a resolução dos questionamentos apresentados.

Na sequência, devemos contemplar a dimensão prática, havendo várias maneiras para fazer isso, seja desmanchando um equipamento tecnológico, conhecendo o local onde a tecnologia é utilizada, compreendendo como é usada ou comercializada, fazendo a leitura de um manual ou folheto explicativo. Segundo Fourez (1997), nessa etapa o aprendiz está “descendo ao terreno”.

Após essa etapa, são abertas outras “caixas pretas”, as quais contemplam saberes mais aprofundados e onde se percebe a necessidade de saberes disciplinares, mas não necessariamente na área científica, pois o sujeito pode decidir aquilo que julga mais pertinente para a compreensão da situação.

Encerradas essas etapas, julga-se que os envolvidos terão conseguido compreender o tema, contemplando múltiplos vieses, adotando, portanto, uma visão interdisciplinar acerca da temática. Nesse momento, pode ser escrita uma ficha técnica com a representação da organização social envolvida em torno da temática de estudo, ou seja, uma maneira de representar a compreensão construída na atividade pelo sujeito até esse instante.

Posteriormente, abre-se uma nova “caixa preta”, porém sem a ajuda de especialista, observando a capacidade do sujeito de compreender aspectos associados àquele problema ou conteúdo por meio de aproximações. Essa etapa visa desenvolver habilidades para o cidadão responder a problemas reais, tendo a dimensão de onde buscar informações, e com racionalidade acerca de como proceder em contextos precisos, reunindo as informações relevantes que o ajudarão a tomar decisões. Nas palavras de Fourez (1997, p. 121, tradução nossa), “a construção de modelos com os meios disponíveis pode ter um importante efeito educacional, na medida em que as situações da vida cotidiana em que decisões concretas são tomadas são reproduzidas”.

A última etapa consiste em uma síntese, escrita ou oral, acerca da IIR produzida, evidenciando como o estudo realizado ajudou os estudantes a negociar no universo tecnológico, como o desenvolvimento da atividade contribuiu para a autonomia dos sujeitos dentro do mundo técnico-científico e na sociedade, como pode ajudar na tomada de decisões e na

compreensão da realidade e, ainda, de que forma colabora para a comunicação do sujeito com o seu entorno.

As etapas apresentadas por Fourez buscam auxiliar na ação docente com vistas a proporcionar um método para aprender a pensar a educação em Ciências orientada por projetos, aproximando os saberes escolares das situações concretas.

3.10 Sociedade de risco: a ciência nesse contexto

O apresentado nas seções anteriores pontua fragilidades no ensino de Ciências que, em geral, são manifestadas no processo de ensino, divulgando a necessidade de esse ensino instrumentalizar o sujeito para viver na sociedade contemporânea, por meio do desenvolvimento da ACT, sendo que essa diz respeito à construção de habilidades e competências imprescindíveis para o sujeito tornar-se um cidadão lúcido quanto à interpretação, a escolhas e decisões que envolvem aspectos científicos e tecnológicos, tendo condições de olhar para esses processos de forma interdisciplinar, observando questões éticas, políticas, econômicas e sociais.

A essa discussão agregamos que nas últimas décadas, a sociedade tem passado por muitas transformações, no que tange ao mundo do trabalho, às relações humanas, à interação com o conhecimento e com a natureza e em quase todos os aspectos da vida dos sujeitos. Essas transformações estão, em sua maioria, atreladas aos avanços tecnológicos. A ampliação do acesso e a rapidez da distribuição de informações são atributos de relevância nesse cenário, que gerou consequência direta na vivência das pessoas, na forma de pensar e na maneira de manipular o conhecimento. Os avanços em todos os campos da ciência abriram caminho para a expansão do conhecimento, tendo início uma era de formação de especialistas, na qual o sujeito contempla porções cada vez mais estreitas do conhecimento, mas sobre as quais se aprofunda verticalmente.

O mercado de trabalho sofreu e ainda sofre transformações, fruto de um processo que teve início na revolução industrial, quando a mão de obra humana foi substituída pela mecânica, e que, com o passar dos anos, tem se intensificado devido ao aprimoramento tecnológico. Cada vez mais tem-se menos espaço no mercado de trabalho para a mão de obra humana que requer força braçal e trabalho repetitivo, modos de trabalho em que os humanos são substituídos por máquinas ou robôs, o que sobreleva a discussão para quais habilidades e competências precisam ser desenvolvidas e estar atreladas à formação dos jovens, com vistas à sua inserção profissional.

Os aspectos pontuados mostram características da sociedade atual, a qual possui novos padrões de complexidade, de competitividade, de empreendimento e está marcada pela presença de indústrias de consumo, bem como pela instituição de uma nova forma de pensar do sujeito. Como expresso por Giddens (2010, p. 17): “vivemos num mundo de transformações, que afetam quase todos os aspectos do que fazemos”. Tais modificações fazem parte do processo de globalização da sociedade.

O termo “globalização” emergiu no início da década de 1990 e, embora tenha ganhado cada vez mais espaço no cenário mundial, não apresenta uma definição única, senão um cerne comum, definido pelo fato de ter “algo a ver com a tese de que agora vivemos todos em um único mundo” (GIDDENS, 2010, p. 18). Ainda que alguns autores, pesquisadores e até mesmo discussões e notícias apresentadas pela mídia ressaltem os aspectos econômicos da globalização, ela é um processo político, tecnológico e, também, cultural.

De acordo com Giddens (2010), o fenômeno que impulsionou a globalização foi o avanço nos sistemas de comunicação, que remontam ao final da década de 1960. Em meados do século XIX, o telégrafo marcou uma nova era nas comunicações mundiais, que durou aproximadamente 150 anos. Tão relevante quanto o telégrafo foi o advento da comunicação por satélite, que permite o contato instantâneo entre todas as partes do mundo, o que não é apenas um meio mais rápido de transmissão de informações e notícias, visto que altera a estrutura de vida de todos os sujeitos. Segue o autor exemplificando: “Quando a imagem de Nelson Mandela pode ser mais familiar para nós que o rosto do nosso vizinho de porta, alguma coisa mudou na natureza da experiência cotidiana” (GIDDENS, 2010, p. 22).

A globalização é um fenômeno complexo que afeta todos os sujeitos, e não apenas grandes sistemas de ordem financeira mundial. Ela é, também, um fenômeno interno ao indivíduo que influencia aspectos íntimos e pessoais. É um conjunto complexo de processos, que transformam a vida cotidiana, com consequências que vão da esfera do trabalho à política (GIDDENS, 2010). Segue o autor, relatando que tais transformações têm dado origem a uma sociedade cosmopolita global, que está sacudindo o modo de vida das pessoas, que “não é firme e nem segura, mas repleta de ansiedade, bem como marcada por profundas divisões” (GIDDENS, 2010, p. 28-29).

O processo de modernização, que ocorreu com o salto tecnológico de racionalização e a transformação do trabalho e da organização, englobou, ainda, mudanças dos caracteres sociais e biografias padrão, os estudos e as formas de vida, as estruturas de poder e controle, as formas de política de opressão e participação, as concepções de realidade e das normas cognitivas (BECK, 2011), dando espaço para a pós-modernidade ou modernidade reflexiva. Nesse sentido,

Giddens (1991, p. 192) aponta que “a modernidade é inerentemente globalizante, e as consequências desestabilizadoras deste fenômeno se combinam com a circularidade de seu caráter reflexivo para formar um universo de eventos de riscos e o acaso assume um novo caráter”.

Na atualidade, foi aberto espaço para a denominada “modernidade reflexiva”. De acordo com Beck (2012, p. 13, grifo nosso):

Em virtude do seu inerente dinamismo, a sociedade moderna está acabando com suas formações de classe, camadas sociais, ocupações, papéis dos sexos, família nuclear, agricultura, setores empresariais e, é claro, também com os pré-requisitos e as formas contínuas do progresso técnico-econômico. **Este novo estágio, em que o progresso pode se transformar em autodestruição, em que um tipo de modernização destrói outro e o modifica.**

Lash (2012, p. 172) sintetiza a modernidade reflexiva, inferindo que ela “envolve a capacitação dos indivíduos” e “abre uma individualização genuína, abre possibilidades de subjetividade autônoma em relação a seus ambientes naturais, sociais e psíquicos”. Ainda, o autor reitera a ponderação de Beck (2012, p. 172), afirmando que “as consequências da reflexividade podem desavisadamente resultar em novas inseguranças, em novas formas de subjugação”.

Esse momento da sociedade exige dos sujeitos a tomada de decisões, oferecendo, em certas situações, opções, cada qual com suas consequências, inclusive algumas que não permitem vislumbrar totalmente a dimensão do que será gerado. Assim, é relevante pontuar que, nesse contexto, o cidadão leigo acaba imerso em um ambiente de autoridades múltiplas, e a ciência, embora não represente uma verdade absoluta, tende a se tornar o processo pelo qual o cidadão pode conseguir embasamento para sua tomada de decisões (GIDDENS, 2012, p. 117).

Esses novos aspectos a que a sociedade contemporânea está submetida na modernidade reflexiva é o que Beck (2011) denomina de “Sociedade de Risco” (SR), destacando alguns aspectos que permitem perceber os riscos aos quais todos os cidadãos, em escala global, estão sujeitos o tempo todo. Na atualidade, esses riscos não são mais restritos a um determinado grupo de pessoas e espaço, diferenciando-se dos riscos que as sociedades até aqui experimentaram.

No relato de Beck (2011, p. 25, grifo do autor):

É certo que os riscos não são uma invenção moderna. Quem – como Colombo – saiu em busca de novas terras e continentes por descobrir assumiu riscos. Estes eram, porém, riscos pessoais, e não situações de ameaça global, como as que surgem para toda a humanidade com a fissão nuclear ou com o acúmulo de lixo nuclear. **A palavra “risco” tinha, no contexto daquela época, um tom de ousadia e aventura, e não o da possível autodestruição da vida na Terra.**

As manifestações de risco associadas ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, não são uma consequência da modernidade, uma vez que datam tão antigas quanto o nascimento e desenvolvimento da industrialização da sociedade. O desenvolvimento científico-tecnológico produziu ameaças colaterais desde o princípio, os quais durante um longo período foram ocultadas e menosprezadas em razão da priorização dos avanços econômicos que a industrialização gerou (BECK, 2011).

Continua o autor, sustentando que o tipo de modernidade desenvolvida, com vistas a anular as limitações impostas pelo berço em que nasceu e a permitir avanços na estrutura social em virtude de próprios esforços e escolhas, coloca os sujeitos em situações de risco das quais nenhum esforço lhe permite escapar.

Beck (2011, p. 43) pondera que nesse contexto social de risco, a sociedade de classes não tem privilégios conforme ocorre com a propriedade material, pontuando que “nesse sentido, sociedade de risco simplesmente não são como sociedades de classe; suas situações de ameaças não podem ser concebidas como situações de classes”, pois tais riscos não respeitam fronteiras, possuindo uma “tendência imanente à globalização”.

É importante destacar que nesse contexto de risco ao qual todos estão imersos, há conjunturas de desigualdade de suscetibilidade ao risco. Conforme palavras de Beck (2011, p. 49): “existe uma sistemática ‘força de atração’ entre pobreza extrema e riscos extremos”. Isso em nível de nações, quando países menos desenvolvidos recebem indústrias com potencial de poluição elevado para dentro do seu território, por conta da importância do desenvolvimento e avanço econômico, realidade do Brasil, e também a nível de classes sociais, quando os menos favorecidos são submetido a condições de trabalho e de moradia insalubres, como expõe Beck (2011, p. 49):

Situações de classe e situações de risco se sobrepõem: o proletariado da sociedade do risco mundial instala-se ao pé das chaminés, ao lado das refinarias e indústrias químicas, nos centros industriais do Terceiro Mundo... As indústrias de risco foram transferidas para países com mão de obra barata.

Porém, essa situação de desfavorecimento de países e parcelas da população não coloca os demais em uma condição de segurança. Os riscos em maior parte são equivalentes para todos, “viajam com o vento e com a água. Podem estar em tudo e em todos, atravessando junto com o essencial à vida – o ar que se respira, a comida, o vestuário, o mobiliário etc” (BECK, 2011, p. 48). Assim ocorre o que Beck (2011) intitula de “efeito bumerangue”, pois os riscos assolam

inclusive os ricos e poderosos, aqueles que lucram com ele, bem como retornam aos países de primeiro mundo que por meio da exportação da indústria visavam se livrar-se deles.

No momento, a tomada de decisões acerca de processos diretamente relacionados a condições de vivência da população vem acompanhada do risco que ameaça a vida. Tomamos como exemplo a instalação de uma usina nuclear para a produção de energia elétrica em uma região que não tem disponível qualquer outra matriz energética. A energia é primordial para os cidadãos, para o desenvolvimento da indústria e do contexto social daquele lugar como um todo; por outro lado, há o risco de um acidente nuclear, que pode ser devastador para a cidade e atingir um raio significativo de espaço, com consequências a uma parcela expressiva da população. Nesse viés Santos (2008, p. 371, tradução nossa) aponta que:

Para alguns cientistas o uso de produtos e organismos geneticamente modificados (OGM) podem melhorar a produção de alimentos; para outros, eles podem trazer problemas sérios e desconhecidos riscos para o meio ambiente no futuro, como ocorreu com a introdução do inseticida DDT. Esta substância controlava a disseminação de muitas doenças, mas contaminava grandes áreas do planeta, criando sérios problemas de saúde para muitas pessoas e animais, além de desequilibrar a cadeia alimentar. Os gases CFC foram considerados uma grande revolução devido suas propriedades de inércia, mas detectados como prejudiciais à camada de ozônio 40 anos após o início da sua utilização.

Beck (2011, p. 7), por sua vez, anuncia que, no cenário contemporâneo, “sobrevivência e (re)conhecimento do perigo se contradizem”. Ainda, conforme o autor (2011, p. 10), a SR é cenário de ameaças sociais, econômicas e políticas, um espaço onde as “regras da vida cotidiana são viradas de cabeça para baixo”. De fato, sistemas jurídicos são ineficientes, questões prementes provocam desdém, a medicina falha, edifícios ruem, governos tombam.

Ainda Beck (2011, p. 45) aponta que esses riscos geram consequências econômicas, pois se pensar na instalação de uma usina nuclear, independente do local que ocorrer a instalação, os preços dos terrenos caem. Se analisar o solo submetido à monocultura, pesticidas e agrotóxicos, em um futuro próximo a produtividade é afetada, caindo o preço da propriedade. Beck (2011, p. 46) resume esse processo afirmando “a ideia básica por trás disso é das mais simples: tudo o que ameaça a vida nesse planeta, estará ameaçando também interesses de propriedade e de comercialização daqueles que vivem *da* mercantilização da vida e dos viveres”.

Outro fator que sobressai na SR é a crise na autoridade da ciência, principalmente pelo fato de o desenvolvimento científico e tecnológico se mostrar contraditório, entre os avanços

positivos que produz e os aspectos negativos que traz associado, embora tenham sido ocultados por um período. Beck (2011) sustenta essa afirmação por meio de quatro teses, pontuando a ciência na sociedade contemporânea.

A primeira tese baseia-se na ideia de que, atualmente, a ciência não é mais vista como uma promissora forma de resolver problemas, mas seu desenvolvimento, além de soluções, apresenta riscos. Isso leva a que o desenvolvimento científico seja envolto de insegurança, desencadeando “um processo de desmistificação das ciências, através do qual a estrutura que integra ciência, práxis e espaço público passa por uma transformação drástica” (BECK, 2011, p. 236). Santos (2008, p. 371, tradução nossa) corrobora com essa ideia propondo que “apresentar a tecnologia como exclusivamente benéfica para os seres humanos não é apenas uma visão ingênua, mas também manipuladora e enganosa”.

Um segundo aspecto pontuado por Beck (2011) é o falibilismo da ciência, na medida em que ela se mostra cada vez mais necessária, mas também cada vez menos suficiente. Nesse momento, entra em cena a importância da reflexividade no contexto da compreensão e do desenvolvimento científico, ao mesmo tempo em que se abre espaço para diferentes formas de interpretações da ciência, interesses ideológicos e mecanismos de persuasão.

A terceira tese está relacionada aos “tabus da ciência”. Nas sociedades anteriores, onde a ciência estava associada à postura iluminista, tínhamos uma “violadora de tabus”. Entretanto, na atualidade, temos que: “Quanto mais a cientificização avança e quanto maior a evidência com que as situações de perigo adentram a consciência pública, tanto maior a ameaça de que a civilização técnico-científica se transforma em uma ‘sociedade de tabus’ cientificamente produzidos” (BECK, 2011, p. 238).

Por fim, temos que essas teses apontadas por Beck (2011) se fundamentam na racionalidade da dinâmica da ciência. Essa racionalidade está atrelada à indagação acerca da maneira pela qual a ciência vai evoluir, com uma visão contextualizada dos riscos que são produzidos junto aos avanços científicos, ou se tais riscos serão menosprezados e encobertos, de forma que o avanço científico ocorrerá a qualquer custo.

Essas teses fazem referência ao avanço do que Beck (2011, p. 235) entende como uma ciência simples, que caracteriza-se por avanços lineares e associada somente a avanços positivos, com “emprego da ciência sobre o mundo ‘preexistente’ da natureza, do homem e da sociedade”. Além disso, essa ciência se refere “a uma cientificização pela metade, na qual as pretensões de racionalidade científica ao conhecimento e ao esclarecimento são ainda poupadas do emprego metódico da dúvida científica sobre si mesma”. Essa ciência estava marcada como verdade harmônica nas suas buscas, investigações e soluções, e na qual a tomada de decisões

era de participação e interesse exclusivo da comunidade científica, ficando estabelecida até o final do século XIX. Esse formato da ciência é deixado de lado e abre caminho para uma ciência reflexiva, pluralista de interpretações, contraditória, mutável, cujos erros e acertos estão colocados ao público em geral; a ciência socialmente disponível e na qual a tomada de decisões requer participação de toda a sociedade (BECK, 2011).

Sobre isso, Lima e Nascimento (2019, p. 590) pontuam, como já apresentado na introdução deste capítulo, que no século XX “a imagem pública da ciência, e dos ideais epistemológicos e sociais que ela inspirava, começou a ruir”. A ciência deixou de estar vinculada somente ao progresso do bem-estar social, ao passo que se evidenciou que os avanços científicos traziam consigo desastres ambientais, interesses políticos e econômicos e implicações sociais, o que acarretou transformação na visão da ciência como “fonte única, absoluta e segura de conhecimento” (p. 591).

Beck (2011) assinala que as discussões que envolvem aspectos científicos e tecnológicos ainda são conduzidas predominantemente pelas Ciências Naturais, ficando em muitos momentos à margem discussões sociais, políticas e culturais, o que supõe uma visão desses processos como dispositivo orgânico predominantemente, nas palavras de Beck (2011, p. 29): “Desse modo, porém, ela é ameaçada pela sobreposição do equívoco oposto ao equívoco pelo qual ela, com razão, repreendia o renitente otimismo o com progresso industrial: atrofiar-se numa discussão da natureza sem ser humano, sem questionar seu sentido social e cultural”.

Outro aspecto criticado por Beck (2011) é quanto as análises e discussões que envolvem a emissão de poluentes, toxinas e demais substâncias tóxicas. O autor critica a maneira como esses dados são apresentados a população, em geral, por média ou com análise sobre um território amplo (país, por exemplo), mas na realidade esses dados, assim apresentados, tornam-se cínicos e enganosos, pois sabe-se que há peculiaridades regionais, de comunidades em torno de indústrias, e particularidades de grupos, como do proletário das fábricas. Quanto se apresenta a média os dados podem demonstrar baixo risco, mas na verdade se considerar somente o grupo que essas substâncias alcançam, o grau de contaminação é elevado. Bem como esses dados, em maior parte dos casos, não pontuam diferenças que a contaminação pode gerar para os diferentes grupos, seja entre homens e mulheres, jovens e idosos, adultos e crianças. Na fala de Beck (2011, p. 31),

Como consequência, a discussão sobre substâncias tóxicas, conduzidas com categorias das ciências naturais, move-se entre falácia de preocupações biológicas e sociais ou uma consideração da natureza e do meio ambiente que deixa de lado a preocupação seletiva das pessoas, assim como os significados sociais e culturais que elas lhe imputam. Ao mesmo tempo, continua-se a desconsiderar o fato de que as

mesmas substâncias tóxicas podem ter um significado inteiramente distinto para pessoas distintas, conforme a idade, o sexo, os hábitos alimentares, o tipo de trabalho, os níveis de informação e educação etc.

Um problema especialmente grave é que investigações voltadas unicamente a substâncias tóxicas isoladas jamais podem dar conta das concentrações tóxicas no ser humano.

Esse aspecto sobleva a relevância que o autor sinaliza para discussões interdisciplinares sobre aspectos da ciência e dos avanços tecnológicos na sociedade atual, e como isso é peculiar no processo de compreensão e enfrentamento de riscos ao qual todos estão submetidos, o que aproxima as discussões de Fourez sobre ACT.

Tais reflexões acerca das características da sociedade contemporânea, e do formato da ciência nesse contexto, concebem ao cidadão novas exigências relacionadas à participação social. O cenário atual requer novas habilidades e competências dos sujeitos quanto à compreensão de ciência e da tecnologia, à interpretação dos riscos e à tomada de decisões, subsidiando a construção da cidadania. Essa aproximação leva ao entendimento de que o ensino de Ciências precisa contribuir para a formação de sujeitos críticos reflexivos e com conhecimentos para tomar suas decisões pensando em si e na sociedade ao mesmo tempo, o que caracteriza uma formação cidadã voltada ao local e ao global.

Ou seja, chegamos a um entendimento de formação cidadã que queremos trazer para esse estudo e podemos sintetizar mencionando que ela se encontra ancorada no objetivo de desenvolver condições de emancipar os sujeitos acerca de situações e fenômenos que envolvem ciência e tecnologia, bem como as relações desses com fatores éticos, sociais, econômicos e políticos. Tal entendimento passaremos a discutir entrelaçando com ACT e SR.

3.11 Formação cidadã: Algumas considerações

O filósofo belga Gérard Fourez propõe contribuições importantes acerca da educação científica, tendo um lugar de fala que perpassa pelas ciências humanas e pelas ciências da natureza. Seus apontamentos contribuem para problematizar e buscar alternativas de enfrentamento a realidade do ensino de Ciências posta em prática em muitos países e também predominante no Brasil, como já pontuado nesse texto. Além disso, suas reflexões oportunizam um diálogo sobre a ciência e o contexto contemporâneo, o que também é expresso nas discussões sobre SR. Assim essa seção visa ponderar algumas aproximações vislumbradas entre proposições de Fourez acerca do ensino de Ciências e os apontamentos de Beck sobre a SR.

Fourez (1997) apresenta reflexões acerca do papel da escola e da democratização do ensino dentro do contexto atual, questionando de que forma a educação promove a emancipação social e cultural dos estudantes, posicionando-se na defesa que “a alfabetização tornou-se, na opinião de quase todos, necessária para a promoção da dignidade humana em nossas chamadas sociedades desenvolvidas” (FOUREZ, 1997, p. 17, tradução nossa). Continua o autor pontuando a ACT, “como a promoção de uma cultura científica e tecnológica” que questiona o “lugar das ciências e das tecnologias na sociedade” (p. 18).

O autor faz sua defesa na renovação de uma educação científica que relaciona a ciência com seu contexto humano, baseando-se na combinação dos eixos de valores econômico-político, social e o humanista conduzindo a ACT. Uma população alfabetizada científica e tecnologicamente é capaz de compreender e avaliar as decisões dos técnicos, exercendo a democracia, e ressalta que tal alfabetização deve permitir que “cada ser humano possa participar da cultura técnico-científica, se comunicar com outras pessoas sobre o mundo em que vivemos e manter certa autonomia nesse sentido” (FOUREZ, 1997, p. 24, tradução nossa).

Tais ponderações de Fourez vão ao encontro do que Beck (2011) discute acerca da relevância do conhecimento na SR, onde a compreensão da ciência, por cidadãos comuns, assume relevância ao considerar seu papel social, cultural e político. O destaque proposto por Beck (2011) consiste na importância de os cidadãos comuns compreenderem a ciência não somente como canal de promoção de benefícios e avanços na sociedade, mas também como agente da produção de riscos coletivos, e para isso a racionalidade científica é crucial, bem como compreender o lugar da ciência no contexto social. Nas discussões sobre os riscos oferecidos pelo desenvolvimento científico, Beck (2011, p. 36) aponta que a “racionalidade científica sem racionalidade social fica *vazia*, racionalidade social sem racionalidade científica, *cega*”, ter a dimensão dessas ponderações, é no entendimento do autor, o amago da defesa da instrumentalização científica necessária ao contexto contemporâneo.

Outro aspecto que permite aproximar as discussões de Fourez (1997) e Beck (2011) é a relevância da ciência socialmente disponível e dos sujeitos/cidadãos terem condições de buscar informações, bem como de compreendê-las. Nas ponderações de Fourez, esse quesito é apresentado por meio de dois objetivos da ACT, domínio e autonomia dos sujeitos. Nas discussões de Beck (2011) essas ponderações são subscritas nas considerações que faz sobre a importância da mídia dentro da SR e ao enfatizá-la também na sociedade do conhecimento. Nas palavras do autor:

Da mesma forma, aumenta a importância social e política do conhecimento, e consequentemente do acesso aos meios de forjar o conhecimento (ciência e pesquisa) e disseminá-lo (meios de comunicação de massa). A sociedade de risco é, nesse sentido, também a sociedade *da ciência, da mídia e da informação* (BECK, 2011, p. 56, destaque do autor).

Enfatizamos aqui a relevância dos meios de divulgação ser idôneos e os sujeitos com condições de compreender (domínio) e estabelecer relações com os diversos aspectos sociais e humanos (autonomia).

Outro ponto de aproximação entre as discussões dos autores em realce nessa seção, ampara-se no caráter ideológico dos discursos científicos, que muitas vezes não é percebido pela população, que acaba por acreditar que o desenvolvimento científico é neutro.

Para elucidar essa percepção de Fourez, buscamos subsídio em sua obra *A construção da Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências* (1995), onde o autor propõe algumas considerações sobre a ideologia científica. Recorremos a parte da obra onde Fourez traz discussões acerca das observações científicas serem pautada na neutralidade, o que avança até ponderações sobre a neutralidade da ciência. Nas palavras de Fourez (1995, p. 52):

No espírito de um grande número de pessoas, observar é simplesmente situar-se passivamente diante do mundo tal como é. Mascara-se assim o caráter construído e social de toda observação; recusa-se, desse modo, a ver que “observar” é inserir-se no mundo dos projetos que se possui. Esse *apagamento do sujeito* (ao mesmo tempo individual e social, empírico e transcendental ou científico) não é inocente. Obliterando-o obtém-se a imagem de uma objetividade absoluta, independente de qualquer projeto humano. É uma maneira de absolutizar a visão científica e nossa visão do mundo, e de velar-nos a sua particularidade.

Fourez (1997, p. 12, tradução nossa) expressa sobre o ensino de ciências que “jamais pode se limitar a instrução neutra” e que “a dimensão ideológica está sempre presente”. Entendemos que essa concepção se aproxima das ponderações expressas por Beck (2011) acerca do discurso científico, o autor cita a declaração expressa no laudo do conselho de especialistas para questões ambientais que afirma “a exposição da população ao chumbo é, em média, inofensiva” (p. 29), acerca disso Beck (2011) questiona o que está escondido por trás dessa colocação, estabelece a seguinte comparação:

Talvez – por analogia – a seguinte distribuição: dois homens têm duas maçãs. Um come ambas. Logo, *na média*, cada um comeu uma. Adaptada à distribuição de alimentos em escolada mundial, essa afirmação significaria: “na média”, todos os seres humanos da terra estão bem alimentados. O cinismo é evidente nesse caso (BECK, 2011, p. 29-30).

O autor segue sua argumentação traçando que a falta de alinhamentos expressa pela regionalidade, finalizando acerca do déficit do pensamento social entorno desses dados e pautando que a racionalidade científica nem sempre é suficiente nas definições de riscos. E pontua que “constatações de risco baseiam-se em possibilidades matemáticas e interesses sociais, mesmo e justamente quando se revestem de certeza técnica” (BECK, 2011, p. 35).

Na mesma obra o autor apresenta inferências sobre o desenvolvimento econômico e afirma que “em virtude da precaução diante dos possíveis efeitos econômicos, sequer se mantém registro de categorias inteiras de substâncias tóxicas; elas não existem juridicamente e, por isso mesmo, podem circular livremente” (BECK, 2011, p. 55). Essas considerações do autor sobrelevam sua percepção acerca da ideologia científica.

Outro ponto de convergência entre Beck e Fourez baseia-se na relevância da interdisciplinaridade para a interpretação e tomada de decisões acerca de problemas reais. Fourez (1995, p. 135) aponta “cada vez mais se admite que, para estudar uma determinada questão do cotidiano, é preciso uma multiplicidade de enfoques”, reafirma essa visão quando enfatiza “problemas concretos não podem ser abordados de maneira pertinente por uma só disciplina” (FOUREZ, 1997, p. 68, tradução nossa). Nesse mesmo sentido Beck (2011) estabelece discussões que a compreensão de riscos não pode ser analisada a termo somente do conteúdo científico, como pontuado nos parágrafos acima sobre a média de substâncias tóxicas, mas demanda enfoque de diferentes dimensões.

Tanto Fourez quanto Beck destacam que em muitos momentos a ciência, bem como o desenvolvimento tecnológico são compreendidos e analisados somente como mecanismos de produção de avanços e benefícios na sociedade. Quanto a isso Fourez (1997) infere que o ensino científico não deveria ser pautado em uma história da ciência linear, baseada em descobertas bem-sucedidas, sem perspectiva ideológica e sem mostrar que muitos avanços tanto da ciência como da tecnologia produzem efeitos negativos a sociedade. Nessa mesma linha Beck (2011) discute a relevância da ciência na SR, e a necessidade de se ter um avanço acerca dela ser somente benéfica. Para o autor “a confiança na ciência e na pesquisa é professada. Sua racionalidade teria sido capaz até hoje de encontrar soluções para todos os problemas” (BECK, 2011, p. 55). Situação que não representa a realidade de ameaças e problemas sociais gerados pelo desenvolvimento científico e tecnológico.

Tais pontos de aproximação permitiram construir um olhar acerca da educação científica no contexto contemporâneo, com vista a buscar subsídios para uma formação integral do educando e com isso contribuir para o tornar apto para compreender, avaliar e tomar decisões em uma sociedade altamente influenciada pela ciência e pela tecnologia. Essa compreensão

pode ser resumida ao entendermos que o ensino de Ciências na educação básica deve tomar como preocupação central a formação cidadã, cujas especificidades passamos a discutir na próxima seção desse capítulo e que encerra as discussões teóricas que buscaremos operacionalizar na forma de uma sequência didática a ser avaliada na voz dos professores.

3.12 A título de síntese: Formação cidadã

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996) no artigo 2º identifica como finalidade do Ensino Médio, “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Além da LDB os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002, p. 4) apontam “A consolidação do Estado democrático, as novas tecnologias e as mudanças na produção de bens, serviços e conhecimentos exigem que a escola possibilite aos alunos integrarem-se ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho”.

Ambos os documentos demonstram visibilidade e espaço para formação integral do sujeito, com destaque para a formação cidadã, aspectos recentemente reafirmados na BNCC (BRASIL, 2017, p. 14) ao pontuar que:

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades.

O texto enfatiza características importantes para o cidadão contemporâneo ter condições de compreender e interagir no contexto que vive, conceituando de forma enfática a educação integral com a qual se compromete referindo-se a mesma como a “construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (BRASIL, 2017, p. 14).

Para oportunizar essa formação no sujeito, a BNCC indica que a área de Ciências da Natureza 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). Com vista a atingir tal propósito, o documento apresenta três competências a serem desenvolvidas pela área no Ensino Médio, que corresponde a etapa final da educação básica, e de grande expressão na formação do sujeito, a saber:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

O objetivo da formação integral, e de um sujeito com tais competências não pode ser alcançado com um ensino baseado na memorização e reprodução de definições, fator que sobreleva a importância de ressignificar as práticas pedagógicas desenvolvidas no cotidiano escolar.

A formação integral dos sujeitos é indispensável para a formação cidadã, a qual permite a construção e manutenção da cidadania. É relevante aqui conceituar cidadania, embora esse seja um termo polemico quanto a sua definição, e que retomaremos mais adiante neste mesmo capítulo. Conforme Toti (2011, p. 11) “desde a Antiguidade as ideias de cidadania se relacionam com as necessidades políticas da humanidade, tais como políticas democráticas e outras lutas políticas mais específicas”, o que demonstra “o poder das ideias de cidadania na mobilização da sociedade e na transformação do processo sócio-histórico”.

Sobre o conceito de cidadania Toti (2011, p. 38) pontua que:

A partir da emergência da Cidade-Estado Grega até a consolidação do moderno Estado-Nação o conceito foi inventado e definido, reinventado e redefinido em cinco distintos contextos. A cidade-Estado Grega, a República Romana e o Império, a cidade medieval e a Renascença, o Estado-Nação e a ideia de cosmopolitismo, cada um produzindo suas próprias interpretações a partir da mesma ideia base.

Nesse sentido Santos (2005, p. 138) reitera que:

A cidadania sempre foi um assunto altamente desafiador no âmbito da filosofia política ocidental. O termo é usado por todos pensando coisas diferentes. A sua origem remonta ao pensamento grego e romano - cidadania clássica. Uma cidadania participativa e ativa, embora altamente exclusiva, foi fervorosamente defendida por Aristóteles. Progressivamente, o conceito foi-se tornando menos relevante, mais legalista, mais interesseiro e mais desligado de uma ética de participação. A modernidade, revisitando o conceito de cidadania clássica, deu um forte impulso à definição do estatuto de cidadania.

Conforme a mesma autora na modernidade vivenciou-se a cidadania liberal (dominante no século XX). Nela se supera a filosofia individualista e o cidadão é soberano no exercício dos seus direitos, e como retorno exige-se deveres políticos, como votar e pagar impostos. Esse formato de cidadania “focada nos direitos (sobretudo nos direitos civis) e em outros atributos legais do indivíduo, procurou, através de estratégias neo-liberais, responder às múltiplas controvérsias que levanta” (SANTOS, 2005, p. 139).

Mais recentemente emerge discussões e também a necessidade de novas formas de cidadania. De acordo com Santos (2005, p. 141) “no contexto da ordem pós-tradicional, há também discursos em termos construtivos que configuram formas pós-liberais de cidadania - cidadania pós-moderna”, a qual é marcada por ser resistente à exclusão, multireferenciada, radicada em debates éticos públicos, amparada pela democracia como estilo de vida, que aposta na integração política baseada na integração cognitiva e cultural (SANTOS, 2005, p. 141).

Continua a autora enfatizando que:

A “nova” cidadania propõe-se alargar o conteúdo das liberdades fundamentais para responder a necessidades presentes e futuras, relacionadas com reivindicações transnacionais e planetárias urgentes. Privilegia direitos coletivos respeitáveis e diferenciações indispensáveis. Ao procurar diluir uma política de homogeneidade cívica, apela ao direito a uma diversidade que se correlaciona, estreitamente, com a valorização de uma inter-multiculturalidade - cidadania diferenciada (SANTOS, 2005, p. 141).

A mesma autora pontua que esse formato de cidadania concebe a necessidade e o direito “ao conhecimento, à comunicação, à aprendizagem ao longo da vida..., mas também, a direitos sociais, culturais e socioculturais” (2005, p. 142) e valoriza a relação “cidadania/conhecimento e a dimensão ambiental das relações sociais, a cidadania em perspectiva reclama ‘novos direitos’ mais morais do que formais, mais vagos do que os tradicionais e mais cognitivos e culturais do que sociopolíticos” (2005, p. 142).

Essa é a cidadania vislumbrada ao discutir uma formação integral para o sujeito, destacando uma formação que permita o desenvolvimento do senso de responsabilidade, a

conscientização dos deveres individuais para ações e projetos coletivos em escala local ou global, tomada de decisões e participação nas decisões.

Os aspectos anunciados sobre o ensino de Ciências voltado a uma formação cidadã ancoram o entendimento que adotamos no presente estudo e vai ao encontro das discussões de Fourez sobre ACT, particularmente em relação aos atributos Domínio, Autonomia e Comunicação, bem como possibilita pensar esse processo a partir das reflexões sobre SR.

Ainda ressaltamos a dificuldade de conceituar o termo “cidadania”, e recorrendo a Pinhão e Martins (2016, p. 12), pontuamos que “a ideia de cidadania somente faz sentido em contextos democráticos, os quais pressupõem a existência de diversas formas de relações de poder, verticais (Estado-cidadão) e horizontais (cidadão-cidadão)”. Nesse sentido o Brasil “vivencia uma democracia recente que se constrói nos conflitos estruturais causados pelos impactos do modo de organização política neoliberal” (PINHÃO; MARTINS, 2016, p. 25).

Quanto à democracia vigente no Brasil, temos ciência das limitações e peculiaridades que esse regime enfrenta, mas as discussões estabelecidas nesse estudo vislumbram o modelo democrático procedimentalista, proposto por Habermas (1995), o qual toma elementos dos modelos democráticos liberal e republicanos, “e os integra no conceito de um procedimento ideal de deliberação e de tomada de decisões” (p. 46). Dentro da democracia procedimentalista perseguimos o modelo pragmático, no qual “há uma comunicação entre especialistas e políticos, na qual os especialistas aconselham políticos que, por sua vez, demandam subsídios para decisões” (PINHÃO; MARTINS, 2016, p. 16).

Como já pontuado nesse texto, compreendemos que a SR quer que os sujeitos interpretem situações e fenômenos de diferentes dimensões, o que oportuniza compreender e avaliar risco e benefícios associados ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia nos diferentes seguimentos da sociedade, instrumentalizando os sujeitos para a tomada de decisões. Por esse viés defendemos o modelo democrático procedimentalista pragmático nesse estudo, mesmo cientes da fragilidade do modelo democrático vivenciado no Brasil. Ainda reenterramos que além de construir saberes e discussões científicas envolvendo aspectos de risco, pontuar aspectos sociais e políticos, como a importância da participação cidadã e o desenvolvimento de uma democracia mais efetiva no país perpassam pelos objetivos da escola, bem como o desde estudo.

O desenvolvimento da formação cidadã no contexto contemporâneo, associado a ciência em cena na modernidade reflexiva, na qual o leigo precisa compreender e participar, é o âmago da necessidade de o ensino de Ciências na educação básica. Portanto, propiciar uma alfabetização científica e tecnológica aos estudantes, ofertando-lhes condições para interpretar

eventos relacionados à ciência e à tecnologia e, em seguida, para reunir argumentos que lhe permitam formar uma opinião (consciente) e tomar suas decisões, representa uma forma de instigar o exercício pleno da cidadania em uma sociedade democrática.

Tais pressupostos subsidiam a elaboração da proposta didática, objeto de discussão desta tese e que são tratados na continuidade. Antes, porém, trazemos os aspectos metodológicos presentes no estudo.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O capítulo apresenta os procedimentos adotados no desenvolvimento da pesquisa, com destaque para seus fundamentos teóricos, bem como descreve e fundamenta os instrumentos utilizados na produção dos dados e caracteriza os sujeitos participantes do estudo empírico.

4.1 Abordagem investigativa: pesquisa qualitativa

O termo “pesquisa”, embora ainda não apresente uma definição única e consensual, pode ser entendido como um exercício que “visa a produção de conhecimento novo, relevante teórica e socialmente e fidedigno” (LUNA, 1996, p. 5), orientado a uma busca planejada de respostas e/ou soluções referente ao objeto/pergunta de investigação.

Marconi e Lakatos (2002) apontam diferentes conceitos associados ao termo pesquisa, como o de Asti Vera (1979, p. 9 apud MARCONI; LAKATOS, 2002, p. 15), para quem o “significado da palavra não parece ser muito claro ou, pelo menos, não é unívoco [...] o ponto de partida da pesquisa encontra-se no problema que se deverá definir, examinar, avaliar, analisar criticamente, para depois ser tentada uma solução”. Já na definição apresentada por Ander-Egg (1978, p. 28 apud MARCONI; LAKATOS, 2002, p. 15), a pesquisa é compreendida como um “procedimento reflexivo sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo do conhecimento”.

Por fim, a definição de Gil (2007, p. 17) compreende a pesquisa como um “procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa desenvolve-se por um processo constituído de várias fases, desde a formulação do problema até a apresentação e discussão dos resultados”.

Diante desses conceitos, compreendemos que a pesquisa está associada a uma investigação orientada a um fim e destinada à resolução de uma inquietude do sujeito investigador ou a uma problemática comunitária ou social, visando a melhor compressão de um processo ou fenômeno. Ainda, de acordo com Marconi e Lakatos (2002, p. 16), temos que “a pesquisa sempre parte de um tipo de problema, de uma interrogação. Dessa maneira ela vai responder às necessidades de conhecimento de certo problema ou fenômeno”.

Tais pressupostos embasam o entendimento de pesquisa que guia esta tese e justificam as decisões/escolhas que permitem desenhar e caracterizar o presente estudo. Inicialmente, esclarecemos que a investigação é de abordagem qualitativa, uma vez que visa conceber uma representação interpretativa do objeto de estudo, no caso, da estruturação de uma proposta de

ensino. Essa abordagem é a mais frequentemente utilizada no campo educacional e tem suas características marcadas por aspectos como os pontuados por Bogdan e Biklen (1994), a saber: a fonte de dados é o ambiente natural, e o principal instrumento de produção de dados é o investigador; é descritiva; o interesse do investigador está no processo, e não simplesmente nos resultados ou produtos; a análise de dados tende a ocorrer de forma indutiva; o significado é de relevância vital nesse tipo de abordagem. Os mesmos autores pontuam, ainda, que nem todas as pesquisas qualitativas contemplam todas essas características com igual eloquência, o que, segundo evidenciam, não é necessário, desde que se mantenha a característica essencial, que é de uma pesquisa que se preocupa com o percurso em detrimento do resultado e que privilegia a interpretação dos dados, e não apenas seus resultados.

Uma investigação qualitativa encontra-se assentada na perspectiva fenomenológica, influenciada principalmente pelos filósofos Edmund Husserl e Alfred Schutz, bem como pela tradição weberiana, que enfatiza a compreensão interpretativa das interações humanas, desenvolvendo pesquisas nas quais os investigadores “tentam compreender o significado que os acontecimentos e interações têm para pessoas vulgares, em situações particulares” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 53). Há diferentes formas de realizar investigações qualitativas, porém “todas partilham, até certo ponto, o objetivo de compreender os sujeitos com base nos seus pontos de vista” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 5).

4.2 Design da pesquisa

A presente tese refere-se a uma análise frente a percepção de professores acerca de uma sequência didática elaborada a partir da ACT na perspectiva de Fourez (1997), acrescida de elementos que possibilitam dialogar com o proposto por Beck (2011) sobre SR, enquanto fundamento sociológico e, portanto, complacente no processo educacional no que tange a formação cidadã. Essa percepção envolve atividades como a participação em um curso de formação continuada, preenchimento de questionário avaliativo da sequência didática e entrevistas.

Para execução da pesquisa envolvendo as ações mencionadas, foi estruturada uma investigação envolvendo a: construção de uma sequência didática a partir do referencial teórico anunciado para o estudo; estruturação de um curso de extensão universitária¹⁴ envolvendo os fundamentos teóricos e a apresentação/discussão da sequência didática elaborada; e, avaliação

¹⁴ O curso de extensão universitária foi aprovado pelo Conselho Universitário da Universidade de Passo Fundo.

dos professores sobre a sequência desenvolvida. Como mencionado na Introdução desse estudo, o propósito inicial estava em realizar um estudo de intervenção didática junto a uma turma de terceiro ano do Ensino Médio, todavia, em função do contexto de pandemia vivenciado em 2020 e 2021 não foi possível sua execução, desviando o foco da investigação dos estudantes para os professores. Ou seja, a população do estudo passa a ser os professores que atuam na educação básica.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo¹⁵ ainda em sua primeira versão e que envolvia a aplicação da sequência didática a turma de estudantes integrantes do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual do município de Passo Fundo, RS. Frente ao novo desenho da investigação foi enviado um adendo ao Comitê de Ética para os devidos ajustes, que incluiu a assinatura dos professores participantes da pesquisa no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), cujo modelo encontra-se em Anexo (ANEXO A).

4.3 Instrumentos para produção dos dados

A problemática e os objetivos descritos na Introdução – primeiro capítulo, somados à revisão bibliográfica e às discussões teóricas apresentadas respectivamente no segundo e terceiro capítulo, conduziram às decisões ora apresentadas e que subsidiam a metodologia de investigação, particularmente em sua parte empírica. Esta, por sua vez, caracterizamos como qualitativa e vinculada a uma avaliação de uma sequência didática¹⁶, por parte de um grupo de professores. Para tanto, recorreremos a um conjunto de instrumentos que visam subsidiar a produção dos dados e, conseqüentemente, auxiliar na busca por respostas ao problema de pesquisa apresentado.

Na seleção e estruturação desses instrumentos, consideramos os aspectos basilares de uma pesquisa qualitativa e que já foram apresentadas nesse capítulo, tomando como essencial a produção de dados a partir de manifestações dos professores considerados a população investigada no estudo. Para isso, ocupamo-nos de buscar ferramentas que possibilitem capturar

¹⁵ Projeto cadastrado na Plataforma Brasil sob o número 49171421.8.0000.5342.

¹⁶ Amaral (2009, p. 1), infere que “sequências didáticas são um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa”. A opção por denominarmos de sequência didática refere-se ao fato de que o desenvolvido no estudo consiste em uma sequência de passos que levam a atingir um objetivo de natureza didática. Todavia, entendemos que a literatura é farta em denominações para esse conjunto de atividades propostas e poderíamos ter optado por outras expressões, entretanto, nossa identificação foi o proposto pelo autor e a partir disso denominamos de “sequência didática”.

tais percepções oportunizando, dessa forma, desenvolver uma investigação que prime pela natureza interpretacionista dos dados.

Como elucidamos na seção anterior, a pesquisa científica necessita de rigor nos dados de investigação, pois esses dados se referem “aos materiais em bruto que os investigadores recolhem do mundo que se encontram a estudar; são os elementos que formam a base da análise” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 149). Assim, consideramos que os dados são instrumentos que permitem ao pesquisador se guiar no mundo investigativo, além de constituírem provas do seu trabalho. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 149), “os dados ligam-nos ao mundo empírico e, quando sistematicamente e rigorosamente recolhidos, ligam a investigação qualitativa a outras formas de ciência”.

Na pesquisa desenvolvida e particularmente em termos da elaboração da sequência didática, tomamos como cenário o contexto que vivenciamos a mais de dez anos atuando como professora do ensino médio. Essa experiência didática se somou à de pesquisadora constituída durante o mestrado e agora no doutorado, possibilitando dar consistência teórica e aprofundamentos que julgamos importantes a uma pesquisa que busca a qualificação do processo educativo, olhando-o do prisma da ação em sala de aula, como é característico da linha de pesquisa que nos encontramos associado no programa de doutorado (Linha 2 – Processos Educativo e Linguagem). Avaliamos que tal aproximação enquanto professora e pesquisadora, se faz importante em distintos momentos da pesquisa, assim como a necessidade de manter em determinados momentos o distanciamento como é bem salientando por Lévi-Strauss (1983). Temos um diálogo constante entre a Luana professora e a Luana pesquisadora, acrescidos das reflexões e experiências vivenciadas nos momentos de orientação e de trocas no grupo de pesquisa. Portanto, teoria e prática se complementam e isso caracteriza o movimento que permite desenvolver um estudo que traz para a academia situações reais da escola e nele a busca por intervir de forma direta e a partir de vivências. Acreditamos como expresso por Megid Neto e Pacheco (1998), que a pesquisa acadêmica por vezes precisa estar mais próxima dos anseios e necessidades dos seus protagonistas - professores e estudantes.

Tais especificidades sustentaram o desenvolver da pesquisa e a sua produção de dados que tomaram como referência o curso de extensão universitária desenvolvido, envolvendo três instrumentos para produção dos dados. De acordo com Bogdan e Biklen (1994, p. 205), a análise desses dados representa o “processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objetivo de aumentar a própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou”.

Esse conjunto de ponderações, especialmente as indicadas por Bogdan e Biklen (1994), levou-nos à seleção dos instrumentos, que estão descritos na continuidade, a saber: questionário, diário de bordo da pesquisadora e entrevistas. O procedimento adotado para análise desses dados é objeto de discussão do sexto capítulo e destinado especificamente a isso, no qual buscaremos responder ao questionamento central da tese.

Nesse momento vamos nos ocupar em apresentar os questionários utilizados e o seu processo de validação, bem como descrever a população do estudo. Na sequência e como próximo capítulo, nos ocuparemos de descrever a sequência didática elaborada e o curso de extensão desenvolvido com os professores.

4.3.1 Questionário

Um dos instrumentos utilizados para produzir os dados de investigação foi o questionário que, conforme Gil (1999, p. 121) pode ser definido “como a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc”.

Dessa forma, a pretensão ao utilizar o questionário é de que os participantes do curso expressarem suas avaliações referentes a alguns aspectos de associação entre o embasamento teórico e proposta didática elaborada. O questionário foi elaborado com assertivas, as quais os participantes atribuíam seu grau de concordância por meio de uma escala do tipo Likert. Conforme Aguiar, Correia e Campos (2011, p. 2) essa são as “escalas de autorrelato mais difundidas, consistindo em uma série de perguntas formuladas sobre o pesquisado, onde os respondentes escolhem uma dentre várias opções, normalmente cinco” para apresentar o grau de intensidade das respostas.

Ao se adotar esse instrumento para a produção de dados temos ciência dos aspectos positivos e negativos associados a essa técnica, os quais são mencionados por Gil (1999, p. 121-122), ao inferir as potencialidades desse instrumento como o número de sujeitos atingidos, menores custos, anonimato das respostas, oportunidade do sujeito pesquisado realizar a atividade no momento que achar pertinente e o pesquisado não ficar exposto a influências do pesquisador, e destaca como limitações a exclusão de pessoas que não dominam a leitura e a escrita, impedir o pesquisador de auxiliar quando o pesquisado não entende adequadamente a pergunta, impossibilitar o conhecimento das circunstâncias na qual o questionário foi respondido, não oferecer garantia do retorno do instrumento nas condições adequadas, em

geral conter um número pequeno de questões, caso contrário se encontra resistência dos respondentes e proporcionar resultados críticos em relação a objetividade. Além disso, mencionamos que a elaboração do instrumento seguiu procedimentos técnicos e cuidadosos, de forma a não desviar o foco das questões dos objetivos, aos quais, a pesquisa se propõe.

A partir de tais considerações, estruturamos um questionário com 17 itens organizados em cinco dimensões que são os aspectos centrais da tese, quais sejam: Atributos da ACT (Autonomia, Domínio e Comunicação); Sociedade de Risco; Formação Cidadã. Cada dimensão apresentava de 3 a 4 itens/assertivas elaboradas a partir do referencial teórico e que constituiriam o objeto de análise por parte dos participantes da pesquisa. Todavia, registramos que o questionário antes de chegar a sua versão final, foi analisado por especialistas na forma de validação por pares e sofreu alterações em sua estrutura como veremos na continuidade.

O questionário em sua versão inicial, foi enviado a cinco pesquisadores da área de Educação em Química e Alfabetização Científica, especificamente conhecedores da proposta de Fourez em termos da ACT. Esses pesquisadores, doravante denominados de “especialistas”, analisaram a proposta de itens/assertivas elaboradas e procederam suas percepções em termos da coerência delas com o referencial teórico.

O Quadro 2 apresenta a versão inicial do questionário na forma como enviado aos especialistas que atuaram como avaliadores. Na primeira coluna são apresentadas dimensões com uma breve descrição do entendimento associado a ela; na segunda coluna são apresentados os itens/assertivas correspondentes; e a última coluna é destinada aos comentários.

Quadro 2 - Versão inicial do questionário.

Dimensão avaliada Descrição	Item/assertiva	Comentários dos avaliadores
ACT - Autonomia A autonomia favorece a capacidade do sujeito de se posicionar racionalmente quando se depara com situações problemáticas. Tal comportamento sobrepõe a condição de um mero seguidor de receitas dadas por especialistas, supera a dependência.	1. A sequência didática favorece o desenvolvimento do senso crítico e da argumentação.	
	2. A proposta estimula o pensamento reflexivo acerca de situações do mundo real.	
	3. A sequência didática contribui na preparação dos estudantes para que tenham condições de fazer julgamentos, tomar iniciativas e propor alternativas para problemas reais.	
ACT –Domínio O domínio, pertencente à dimensão do conhecer, está atrelado ao saber-fazer e ao poder-fazer e permite a construção de sentido da teorização. Trata-se da maneira como se dá a compreensão social e individual do saber da ciência e suas implicações na sociedade, fator que permite ao	4. A proposta permite a compreensão da ciência como propulsora da inovação tecnológica.	
	5. A sequência didática tem potencial para desenvolver o conteúdo químico de forma contextualizada, interdisciplinar e que permita ao estudante usar o conteúdo escolar para melhor interpretar e decidir acerca de problemas reais, bem como para participar	

cidadão comum se posicionar frente a decisões que envolvem ciência e tecnologia, sem ficar à mercê dos especialistas.	em debates éticos e econômicos no contexto da sociedade.	
	6. A sequência didática contribui para a constituição de uma cultura científica nos estudantes.	
ACT – Comunicação A comunicação é o meio pelo qual se torna possível compartilhar com grupos/sociedade situações da vivência do sujeito, pontos de vista e posicionamentos. Dentro da comunicação, encontra-se a habilidade do indivíduo de construir teorias, o que demanda compreender palavras, concepções e estruturas de representações que possibilitam comunicar aos pares a compreensão/o ponto de vista do sujeito.	7. A sequência didática favorece o desenvolvimento da compreensão de diferentes tipos de textos e meios de comunicação.	
	8. A sequência didática favorece o desenvolvimento de habilidades da escrita, da oralidade e do debate.	
	9. A intervenção proposta evidencia a importância de o cidadão saber dialogar com especialistas e demonstra, com clareza, a relevância dos especialistas na compreensão de situações científicas	
Consciência dos riscos¹⁷ O contexto contemporâneo impõe aos sujeitos riscos com dimensões incalculáveis, os quais não podem ser mencionados com uma precisão de espaço e de tempo. Nesse cenário, o desenvolvimento científico-tecnológico é um fator de grande geração de impacto e riscos sociais. Diante disso, ter consciência de risco é compreender esse aspecto que a sociedade atual apresenta. Ou seja, é ter consciência e previsibilidades dos riscos ao analisar uma situação real.	10. A sequência didática estimula a participação em decisões coletivas.	
	11. Na atividade proposta, a discussão estabelecida pontua aspectos positivos e negativos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, além das manifestações de risco a eles associados.	
	12. A sequência didática permite que os estudantes vislumbrem aspectos de risco associados a tomadas de decisões.	
	13. A intervenção proposta favorece o entendimento do contexto de modernidade reflexiva em que a sociedade se encontra e de como isso pode resultar em novas inseguranças para os cidadãos.	
Formação Cidadã A formação cidadã defendida está associada à capacidade de compreender e interagir na sociedade contemporânea de maneira lúcida e autônoma. Concebe-se cidadania, aqui, como o direito ao conhecimento, à comunicação, à aprendizagem ao longo da vida. Valoriza-se, nessa perspectiva, a relação cidadania e conhecimento, bem como as relações éticas, sociais, políticas e econômicas.	14. A intervenção proposta valoriza a relação cidadania-conhecimento.	
	15. A sequência didática estimula o desenvolvimento do senso de responsabilidade, a conscientização dos deveres individuais para ações e projetos coletivos em escala local ou global.	
	16. A sequência didática contribui para a emancipação dos sujeitos acerca de situações e fenômenos que envolvem ciência e tecnologia.	
	17. A proposta de intervenção traz à tona fatores éticos, sociais, econômicos e políticos.	

Fonte: Pesquisa, 2021.

Os especialistas indicaram ajustes nos itens/assertivas do questionário e indicaram um aumento no número de assertivas subdividindo alguns itens. Tais propostas foram analisadas a partir das justificativas apresentadas por eles e no contexto das cinco avaliações. Resultando no

¹⁷ A opção por utilizar a expressão “Consciência dos riscos” em detrimento de “Sociedade de Risco” decorre da possibilidade de que o leitor que não está imerso nas discussões desta tese tenha uma melhor compreensão do exposto nesta dimensão avaliativa do estudo.

questionário final utilizado com os participantes da pesquisa – professores que participaram do curso de formação continuada.

O Quadro 3 a seguir apresenta o novo questionário com as alterações realizadas e que na seqüência foi adaptado a uma escala Likert de cinco pontos e disponibilizada por meio do *Google Forms* (APÊNDICE A). Na versão final foi excluída a identificação e descrição das dimensões, todavia, no quadro a seguir mantemos o nome da dimensão como forma do leitor se localizar nas alterações e nos itens/assertivas de cada uma. Na escala Likert de cinco pontos, utilizamos os seguintes parâmetros: Discordo; Discordo parcialmente; Não concordo nem discordo; Concordo parcialmente; Concordo. A nova versão do questionário ficou estruturada com 25 itens/assertivas dividida nas cinco dimensões anunciadas.

Quadro 3 - Versão final do questionário.

	Item/assertiva
ACT - Autonomia	1. A seqüência didática favorece o desenvolvimento do senso crítico e da argumentação.
	2. A proposta estimula o pensamento reflexivo acerca de situações do mundo real.
	3. A seqüência didática contribui na formação dos estudantes para que tenham condições de fazer julgamentos, tomar iniciativas quando se deparam com problemas reais.
	4. A seqüência didática tem potencialidade para favorecer a capacidade do sujeito de se posicionar racionalmente quando se depara com situações problemáticas.
	5. A seqüência didática tem potencial de contribuir para os estudantes possam propor alternativas criativas acerca de situações vivenciais.
ACT - Domínio	6. A proposta permite a compreensão da ciência como propulsora da inovação tecnológica.
	7. A abordagem contextualizada e interdisciplinar do conteúdo químico na seqüência didática potencializa o desenvolvimento de habilidades que permitem o estudante recorrer ao conteúdo escolar para melhor interpretar e decidir acerca de problemas reais.
	8. A seqüência didática promove discussões que contribuem para que os sujeitos compreendam a importância de participar em debates éticos e econômicos no contexto da sociedade.
	9. A seqüência didática contribui para a constituição de uma cultura científica nos estudantes.
	10. A intervenção proposta permite a visualização de aspectos históricos e humanistas da ciência.
ACT - Comunicação	11. A seqüência didática favorece o desenvolvimento da compreensão de diferentes tipos de textos e meios de comunicação.
	12. A seqüência didática favorece o desenvolvimento de modelos teóricos para melhor interpretar situações reais.
	13. A intervenção proposta evidencia a importância de o cidadão saber dialogar com seus pares e com especialistas e demonstra, com clareza, a relevância dos especialistas na compreensão de situações científicas.
	14. A seqüência didática tem potencial para desenvolver a argumentação, a escrita e a oralidade.
	15. A seqüência didática favorece o desenvolvimento da compreensão sobre a relevância do cidadão participar de debates sobre situações do seu entorno.

Continuação

Consciência dos riscos	16. A sequência didática favorece a compreensão de que as decisões devem ser coletivas.
	17. Na atividade proposta, a discussão estabelecida pontua aspectos positivos e negativos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, além das manifestações de risco a eles associados.
	18. A sequência didática permite que os estudantes vislumbrem aspectos de risco associados a tomadas de decisões.
	19. A intervenção proposta favorece o entendimento do contexto de modernidade reflexiva em que a sociedade se encontra e de como isso pode resultar em novas inseguranças para os cidadãos.
	20. A sequência didática permite o estudante vislumbrar que no contexto contemporâneo, algumas situações geram consequências que nem mesmo especialistas preveem ou possuem respostas seguras, sendo esse um elemento significativo da sociedade de risco.
Formação Cidadã	21. A intervenção proposta valoriza a relação cidadania-conhecimento.
	22. A sequência didática estimula o desenvolvimento do senso de responsabilidade, a conscientização dos deveres individuais para ações e projetos coletivos em escala local ou global.
	23. A sequência didática contribui para a emancipação dos sujeitos acerca de situações e fenômenos que envolvem ciência e tecnologia.
	24. A proposta de intervenção traz à tona fatores éticos, sociais, econômicos e políticos associados à cidadania.
	25. A sequência didática discute a ciência em cena na modernidade reflexiva, na qual o leigo precisa compreender e participar de decisões que envolvem aspectos da ciência e da tecnologia.

Fonte: Pesquisa, 2021.

Os resultados obtidos com a aplicação do questionário na sua versão final são discutidos no sexto capítulo.

4.3.2 Entrevista

Com vista a estabelecer um diálogo com o público de investigação, optamos por utilizar como um dos métodos de investigação a entrevista, visto que se constitui como “uma forma de interação social. Mais especificamente, é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação” (GIL, 1999, p. 109). Segue o autor mencionando que “muitos autores consideram a entrevista como a técnica por excelência na investigação social, atribuindo-lhe valor semelhante ao tubo de ensaio na Química e ao microscópio na Microbiologia”.

Dentre vários aspectos que fazem da entrevista uma boa opção para produção de dados em pesquisa qualitativa, como expressa Gil (1999, p. 110), temos que em particular nessa investigação o fator mais relevante para a escolha desse instrumento vincula-se a flexibilidade que ele oferece, “posto que o entrevistador pode esclarecer o significado das perguntas e adaptar-se mais facilmente às pessoas e às circunstâncias em que se desenvolve a entrevista”.

Optamos pela utilização da entrevista semiestruturada que, de acordo com Minayo e Costa (2018, p. 142), “Combina um roteiro com questões previamente formuladas e outras abertas, permitindo ao entrevistador um controle maior sobre o que pretende saber sobre o

campo e, ao mesmo tempo, dar espaço a uma reflexão livre e espontânea do entrevistado sobre os tópicos assinalados”.

O apresentado subsidiou a elaboração das entrevistas utilizadas na produção dos dados da pesquisa com um grupo de participantes do curso de formação continuada. Ela foi estruturada a partir de tópicos que possibilitassem fomentar o diálogo da pesquisadora com o professor entrevistado frente a sua percepção em relação à sequência didática. Essa percepção como anunciado no objetivo do estudo, estava focada no aspecto de alinhamento com as perspectivas teóricas defendida no estudo.

Em relação aos tópicos que integraram a entrevista a partir do objetivo do estudo, mencionamos que seguindo o realizado com o questionário, o roteiro elaborado para as entrevistas foi alterado em relação a sua proposta inicial. Embora ele não tenha sido validado com especialistas, adotamos o critério de realizar uma entrevista na forma de estudo piloto e a partir disso, somado ao desenrolar do curso, os itens foram ajustados. O Quadro 4 apresenta a versão inicialmente formulada para as entrevistas e que ajustada com o desenrolar do curso.

Quadro 4 - Itens do roteiro da entrevista em sua versão inicial.

<p>1. A sequência didática proposta tem como base teórica a Alfabetização Científica e Tecnologia por Gérard Fourez. De forma breve resumimos que Fourez defende que o ensino de ciências escolar deve desenvolver a Alfabetização Científica e Tecnológica - ACT, a qual entende como a promoção de uma cultura científica e tecnológica que proporciona ao sujeito condições de questionar a ciência e a tecnologia dentro da sociedade contemporânea, essa compreensão de Fourez (1997) revela que o ensino de Ciências deve perseguir o desenvolvimento e a obtenção de conhecimentos científicos que permitam aos sujeitos compreender a realidade de maneira autônoma e crítica, tendo como finalidade o domínio, a autonomia e a comunicação dos saberes. As atividades que constituem a proposta de intervenção didática contribuem ou não para o desenvolvimento da autonomia, domínio e comunicação? Se contribui, no seu entendimento, em qual nível (baixo, médio ou alto) as atividades têm potencial para desenvolver a autonomia, domínio e comunicação? Justifique.</p>
<p>2. Em relação à sociedade contemporânea, uma característica relevante consiste nos riscos associados aos eventos, com destaque para as situações que envolvem aspectos de ciência e tecnologia. Tais fatores, que, em outros contextos de modernidade, estavam vinculados somente à solução de problemas, hoje ganham novas particularidades, pois, cada vez mais, os avanços da ciência e da tecnologia trazem consigo riscos e outros problemas, muitas vezes ameaças em escalas globais. A essa conjuntura, que Beck (2011) denomina de “sociedade de risco”, cenário onde todos (especialista e leigos) estão submetidos e, portanto, precisam ter condições de compreender tais fenômenos e processos por completo, interpretando, também, os riscos atrelados à tomada de decisões.</p> <p>A partir desse viés de entendimento do cenário contemporâneo, como você considera que a sequência didática contribui para a formação de sujeitos críticos e conscientes de sua responsabilidade social, que compreendem a importância dos cidadãos terem condições de dialogar e tomar decisões sobre situações que envolvem ciência e tecnologia?</p>
<p>3. As orientações mais atualizadas acerca dos caminhos da educação brasileira estão dispostas na Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2017), a mesma aponta que:</p> <p style="padding-left: 40px;">Na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza 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 (p. 537).</p> <p>A sequência didática proposta nesse estudo contempla o ensino de ciências conforme orientações da BNCC? Justifique.</p>

Fonte: Pesquisa, 2021.

Como mencionado esses itens foram modificados e ampliados a medida que o curso de formação foi se desenvolvendo. O Quadro 5 apresenta o roteiro da entrevista reformulado e na sua versão final.

Quadro 5 - Itens do roteiro da entrevista em sua versão final.

1. Fourez ao defender um ensino de ciências com vista no desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica enfatiza a importância de trazer à tona na sala de aula aspectos da história da ciência, demonstrando as falhas dos pesquisadores, aspectos positivos e negativos do desenvolvimento científico, bem como aspectos éticos e ideológicos. Qual a sua avaliação quanto aos aspectos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico que a Sequência Didática põe em discussão?
2. No cenário contemporâneo os eventos associados aos avanços científicos e tecnológicos promovem melhorias na qualidade de vida ou mesmo tempo que oferecem riscos manufaturados e incertos quanto à dimensão. Esse aspecto de incertezas presente no contexto contemporâneo é posto em discussão por meio das atividades propostas na Sequência Didática? E a proposta contribui para o estudante compreender a importância do conhecimento/domínio de conteúdos científicos para a interpretação de situações e problemas reais de todos os cidadãos? Justifique.
3. Fourez expressa ao longo de sua obra a importância da interdisciplinaridade para resolver problemas ou tomar decisões no mundo real, enfatizando que na prática não se toma uma decisão ancorado somente em aspectos científicos, mas o sujeito recorre a outros fatores como o econômico, cultural, histórico... Nesse sentido o autor pontua a relevância de um sujeito ter autonomia para eleger as 'caixas-pretas' que deseja abrir para auxiliá-lo a tomar uma decisão, e a importância do sujeito ter domínio para compreender tais aspectos, bem como a capacidade de dialogar com especialistas a fim de tomar uma decisão. Nesse sentido qual sua avaliação quanto à maneira que a sequência didática contribui para os estudantes compreender a relevância da interdisciplinaridade, a importância dos especialistas e desenvolver a autonomia?
4. A comunicação é o meio pelo qual se torna possível compartilhar com grupos/sociedade situações da vivência do sujeito, pontos de vista e posicionamentos. Dentro da comunicação, encontra-se a habilidade do indivíduo de construir teorias, o que demanda compreender palavras, concepções e estruturas de representações que possibilitam comunicar aos pares a compreensão/o ponto de vista do sujeito. Nesse sentido quais aspectos da sequência didática você julga que contribuem para que os estudantes desenvolva a comunicação?
5. A sequência didática busca por meio do desenvolvimento de habilidades associadas à ACT e das discussões acerca do cenário contemporâneo de riscos, contribuir para a formação cidadã dos estudantes. Qual a potencializada de, ao aplicar essa sequência de atividades em sala de aula da educação básica, atingir o objetivo de contribuir para a formação cidadã?

Fonte: Pesquisa, 2021.

Como forma de avaliar o roteiro antes de realizar o conjunto de entrevistas pretendidas no estudo, procedemos a uma entrevista na forma de entrevista piloto, realizada com um dos participantes do curso que aceitou nosso convite. A entrevista revelou que, a forma como as questões estavam estruturadas, atendiam nossas expectativas e nenhum ajuste foi realizado para as entrevistas finais.

Essas, por sua vez, foram realizadas após a conclusão do curso de formação e em horário previamente acordado entre a pesquisadora e o entrevistado. Cada entrevista durou de 30 a 60 minutos e foi videogravada, uma vez que sua realização foi via Plataforma do *Google Meet*. Na continuidade as entrevistas foram transcritas e seus resultados constituem objeto de discussão do sexto capítulo, a exemplo dos demais instrumentos deste estudo.

4.3.3 Diário de bordo

O diário de bordo constitui-se de notas de campo, ou seja, do “relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 150). Logo, foi um instrumento que a pesquisadora produziu ao longo da realização dos encontros com os cursistas. De acordo com Santos (2018, p. 2), esse é o instrumento que os pesquisadores “têm à cabeceira de dormir”, pois nele “relatam sua experiência cotidiana de investigação, suas características e particularidades, como também os seus progressos e regressos numa pesquisa”.

Entendemos, portanto, que esse é um importante instrumento na pesquisa uma vez que a cada encontro desenvolvido com os professores cursistas temos elementos que nos permite identificar a percepção deles em relação a proposta apresentada. Ainda, compreendemos que o diário representa um instrumento subjetivo, onde estará evidenciado o olhar particular da pesquisadora e que se revela ao seu pensamento ao final de cada encontro. Por isso, para enriquecer esse momento de reflexão e de registro, procedemos a retomada dos encontros por meio das videograções e, a partir delas, procedemos a estruturação do diário de bordo.

As videograções dos encontros como subsídio para elaboração dos registros no diário de bordo, se revelaram possíveis considerando a peculiaridade de que os encontros do curso de formação - como será detalhado não próximo capítulo, foram realizados de forma remota síncrona utilizando a Plataforma do *Google Meet*. Dessa forma, os registros da pesquisadora foram resultados de suas reflexões após cada encontro sendo complementados por meio das análises nas videograções.

Esse tipo de registro na forma de diário e somado com o recurso de poder assistir novamente os encontros, possibilita analisar os eventos transcorridos de forma mais detalhada, com o objetivo de identificar avanços expressos pelos participantes ao longo das atividades e pontuar intercorrências verificadas durante o processo. Ainda, consideramos que esse instrumento se revelou uma ferramenta potente para subsidiar a discussão dos resultados, como poderá ser visualizado no sexto capítulo destinado a tal análise.

4.4 Caracterização dos participantes do estudo

Como anunciado, o estudo envolveu a elaboração de uma sequência didática para abordar o tema “Agrotóxico” no Ensino Médio considerando a realidade vivenciada nas escolas públicas. A pesquisa se desenvolveu a partir da avaliação dessa sequência didática por um grupo

de professores e seguindo os procedimentos e instrumentos mencionados nas seções anteriores. Dessa forma, inicialmente foi elaborada a sequência didática e na continuidade realizado o curso de formação na forma de um curso de extensão universitária – ambos são descritos no próximo capítulo.

Os participantes do curso foram convidados a partir de uma chamada pública disponibilizada nas redes sociais e com inscrição gratuita, para participarem do curso de extensão “Alfabetização Científica e Tecnológica”. O curso de 30 horas foi desenvolvido de forma remota síncrona e assíncronas no segundo semestre de 2021. No total se inscreveram no curso 48 professores de diferentes regiões do Brasil, sendo que 31 participaram dos cinco encontros realizados, como detalharemos na seção especificamente destinada a isso no próximo capítulo. Todavia, nos cabe nesse momento caracterizar os 31 participantes do curso considerados parcial ou na sua totalidade, a população da presente pesquisa. Tal diferença reside no fato de que o número de participantes do curso, embora corresponda ao número de respondentes do questionário, não se manteve para a etapa das entrevistas, considerando a viabilidade de realizar e transcrever as entrevistas. Neste contexto, tivemos 31 participantes efetivos no curso de formação, 31 questionários respondidos e 10 entrevistas realizadas.

A partir da ficha de inscrição no curso foi possível mapear características dos 31 professores participantes e que efetivamente se envolveram com as atividades propostas, inclusive respondendo o questionário de avaliação da sequência didática. Esses 31 participantes foram caracterizados a partir dos dados fornecidos na ficha de inscrição e no momento de suas apresentações no primeiro encontro. O Quadro 6 apresenta algumas dessas características.

Quadro 6 - Características dos participantes do curso de extensão e respondentes do questionário.

Formação acadêmica	Graduação	13 licenciados em Química; 5 licenciados em Física; 3 licenciados em Biologia; 3 licenciados em Matemática; 5 graduados em Pedagogia; 1 graduado em Nutrição; 1 licenciado em Música.
	Pós-Graduação em Educação ou Ensino	2 Mestres; 12 Mestrandos; 8 Doutorandos; 2 Doutor.
Atuação profissional em 2021	Rede de Ensino	24 atuam na rede pública de ensino; 9 na rede privada de ensino.
	Nível de escolarização	13 atuam no Ensino Fundamental; 18 atuam no Ensino Médio; 4 atuam no Ensino Superior.
	Componente Curricular	4 atuam em Ciências; 6 atuam em Física; 11 Química; 3 Matemática; 5 anos iniciais.
	Tempo de atuação como professor da Educação Básica	4 com menos de 5 anos; 10 mais de 5 e menos de 10 anos; 4 mais de 10 e menos de 15 anos; 7 mais de 15 anos.
	Estado Federativo	21 atuam no Rio Grande do Sul; 3 em Santa Catarina; 1 em Minas Gerais; 1 no Paraná; 1 no Ceará; 1 no Amazonas; 3 no Pará.

Fonte: Pesquisa, 2021.

No quadro e em alguns casos a soma do universo ultrapassa o número de participantes, uma vez que temos professores com mais de uma formação a nível de graduação, com atuação em diferentes redes de ensino e em distintos níveis de escolarização, aspecto que se repete no próximo quadro.

Tais participantes que se fizeram presentes nos encontros síncronos e realizaram as atividades enviadas, constituíram-se a população investigada. Todavia e como mencionado anteriormente, a totalidade de 31 só pode ser considerada em relação aos registros no diário da pesquisadora e respostas ao questionário, uma vez que em relação a entrevista, o universo foi menor – dez participantes. Para a entrevista cujo foco estava em estabelecer um diálogo mais próximo com os professores, foi selecionado um grupo de professores que atuam no Ensino Médio na Área de Ciências da Natureza e na rede pública. O Quadro 7, similar ao anterior, apresenta nessa nova versão as características dos sujeitos que participaram da fase das entrevistas.

Quadro 7 - Características dos participantes da entrevista.

Formação acadêmica	Graduação	6 licenciados em Química; 3 licenciados em Física; 1 licenciados em Biologia.
	Pós-Graduação em Educação ou Ensino	7 doutorandos; 2 mestrandos; 1 doutor.
Atuação profissional em 2021	Rede de Ensino	7 atuam na rede pública de ensino; 4 na rede privada de ensino.
	Nível de escolarização	10 atuam no Ensino Médio; 4 atuam no Ensino Fundamental; 3 atuam no Ensino Superior.
	Componente Curricular	6 Química; 3 Ciências; 3 Física; 1 Biologia; 1 Matemática.
	Tempo de atuação como professor da Educação Básica	4 com menos de 5 anos; 2 mais de 5 e menos de 10 anos; 1 mais de 10 e menos de 15 anos; 3 mais de 15 anos.
	Estado Federativo	6 atuam no Rio Grande do Sul; 1 em Minas Gerais; 1 no Paraná; 1 no Ceará; 1 no Pará.

Fonte: Pesquisa, 2021.

Percebemos que os participantes dessa fase foram professores que atuam no Ensino Médio da rede pública de ensino de cinco estados federativos, todos ministrando aulas na área de Ciências da Natureza e com tempo médio de atuação de oito anos. Além disso, são professores que estão cursando mestrado ou doutorado e no caso de um participante já concluiu o doutorado.

Antes de adentrarmos na análise dos dados obtidos com os instrumentos e a população descritos nesta seção, vamos nos ocupar no próximo capítulo, de descrever a sequência didática elaborada para o estudo e descrever os encontros realizados no curso de formação desenvolvido na forma de extensão universitária.

5 DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA AO CURSO DE FORMAÇÃO

O capítulo tem como objetivo apresentar a sequência didática elaborada e relatar os encontros desenvolvidos durante o curso de formação continuada – extensão universitária, com os professores participantes. Iniciamos trazendo aspectos pontuais da BNCC e a forma como ela se aproxima da proposta elaborada, embora sua estruturação não tenha sido voltada a tender as competências e habilidades propostas no documento. Na sequência apresentamos discussões envolvendo o tópico contemplado na sequência didática – “Agrotóxicos” e como estudos tem considerado essa temática enquanto proposta didática. Após esses aspectos introdutórios e que procuramos não ser exaustivos, procedemos à descrição da sequência didática e do curso desenvolvido, relatando os encontros realizados.

5.1 O Ensino Médio e a BNCC

Nessa seção apresentamos características do ensino médio presente nas escolas brasileiras, trazendo aspectos, ainda que breve, da BNCC como forma de evidenciar que o proposto nesta tese está em consonância com o previsto pela legislação da educação básica brasileira. Nele identificamos as finalidades dessa etapa formativa - Ensino Médio, assinalando as características da organização curricular e quais as habilidades e competências que estão contempladas na proposta. Embora não esteja entre os propósitos do estudo fazer esse diálogo da proposta com a BNCC, julgamos pertinente mostrar que a proposta elaborada se alinha com os desígnios da legislação, ou seja, que vamos propor ações voltadas a uma formação cidadã como defendemos ao longo desta tese, sem, contudo, desconsiderar a legislação vigente.

A educação “abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais” (BRASIL, 1996). Segundo o artigo 2º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a educação “tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Nesse contexto a etapa da educação básica compreende a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, sendo obrigatória e gratuita dos 4 os 17 anos de idade (BRASIL, 1996) e “tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (BRASIL, 1996).

O ensino médio é a etapa final da educação básica que tem duração mínima de três anos e tem como finalidade, segundo o Artigo 35 da LDB:

- I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

A organização curricular do ensino médio se dá em quatro áreas do conhecimento: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, além da parte diversificada, que deverá estar de acordo com a BNCC e articulada ao contexto histórico, econômico, social, ambiental e cultural (BRASIL, 1996).

A BNCC aponta dez competências gerais que estruturam o âmbito pedagógico da Educação Básica, orientando-se para a aprendizagem e desenvolvimento do educando. O documento define competência “como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2017, p. 8).

A BNCC enfatiza que o contexto contemporâneo exige um processo formativo que vá além do acúmulo de informações e seja comprometido com uma educação integral, orientado para:

- o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades (BRASIL, 2017, p. 14).

Ainda pontua a importância de superar a fragmentação do conhecimento, a relevância do processo ensino-aprendizagem ter sentido ao educando e que o mesmo consiga compreender aplicações reais do conhecimento, bem como metodologias que favoreçam o protagonismo juvenil e o incentivem na construção do projeto de vida (BRASIL, 2017). Especificamente para a área de Ciências da Natureza a BNCC (BRASIL, 2017, p. 537) indica que:

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. O desenvolvimento dessas práticas e a interação com as demais áreas do conhecimento favorecem discussões sobre as implicações éticas, socioculturais, políticas e econômicas de temas relacionados às Ciências da Natureza.

Esse olhar para a BNCC permite identificar pontos de convergência entre a sequência didática desenvolvida para este estudo e as orientações expressas nos documentos norteadores da educação brasileira. Entendemos que a sequência envolve interdisciplinaridade, aborda uma temática relevante para a região em que foi desenvolvida, atrela o conteúdo a situações reais, problematizando o contexto e incentivando os educandos a utilizarem os conhecimentos escolares para compreender o seu entorno de maneira crítica e olhando por diferentes vieses. Entendemos que a proposta vai ao encontro do que a BNCC propõe, o que também é elucidado quando está descrito no documento que o ensino de Ciências no nível médio “deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras” (BRASIL, 2017, p. 549).

A BNCC enuncia três competências específicas que orientam a educação em Ciências para o Ensino Médio, a saber:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017, p. 553).

A partir das competências são definidas habilidades a serem desenvolvidas, uma delas é a capacidade de fazer “avaliação de potencialidades, limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos” (BRASIL, 2017, p. 554), aspecto que a intervenção realizada buscou desenvolver a partir da temática Agrotóxicos.

A discussão sobre os limites e potências da ciência, referenciado na segunda competência específica da BNCC para a área de Ciências da Natureza no Ensino Médio, também é discutida nas entrelinhas da intervenção, ao abordar os benefícios que a utilização dos agrotóxicos trouxe à sociedade, porém não deixando obscuros os problemas que tem associado.

A competência específica três aponta que:

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade (BRASIL, 2017, p. 558).

Entendemos que um ponto forte da intervenção é desenvolver juntos aos estudantes essa capacidade que, frente às discussões trazidas por Fourez (1997) vincula-se à habilidade na comunicação e no domínio, objetivando que os estudantes consigam atingir condições para buscar informações em fontes confiáveis, compreendê-las criticamente, e tomar decisões.

Ao analisar as habilidades propostas na BNCC, compreendemos que a sequência didática elaborada tem potencial de contribuir na promoção parcial das seguintes habilidades:

- Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.
- Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
- Identificar, analisar e discutir vulnerabilidades vinculadas às vivências e aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando os aspectos físico, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.
- Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
- Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
- Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.

- Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.
- Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
- Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população (BRASIL, 2017, p. 555 – 560).

O apresentado em relação à BNCC juntamente com os aportes teóricos mencionados no segundo capítulo, subsidiaram a elaboração da sequência didática cujo tema central foi o uso de Agrotóxicos.

5.2 Agrotóxicos

A agricultura é uma importante atividade econômica para o Brasil, e o estado do Rio Grande do Sul contribui significativamente para a produção nacional. De acordo com o Painel do Agronegócio do Rio Grande do Sul (FEIX; LEUSIN JÚNIOR; AGRANONIK, 2016) o estado contribui com 12% do total do Valor Adicionado Bruto, ocupando o segundo lugar no ranking nacional. O mesmo documento descreve que a agropecuária é a principal atividade econômica de 147 municípios gaúchos.

Nas últimas décadas o segmento sofreu uma metamorfose, ocasionada pela modernização que acarretou um considerável aumento na produção agrícola, gerando aumento da exportação e crescimento da economia nacional, bem como trouxe impactos ambientais em virtude do uso de produtos tóxicos (TEIXEIRA, 2005). Nesse sentido Fonseca e Lindemann (2021, p. 1308) apontam que “a utilização intensiva de insumos agroquímicos em culturas agrícolas tem preocupado a população de forma geral nos últimos anos, e, recentemente, devido à aprovação da comercialização de novos agrotóxicos no país”. Seguem os autores mencionando que “os agrotóxicos caracterizam-se como um dos principais insumos agroquímicos utilizados atualmente na agricultura” (p. 1311). Tal cenário justifica a relevância do cidadão conhecer a temática e ter condições de buscar informações e tomar posicionamentos e decisões acerca do tema, bem como manifesta oportunidade de discussões de cunho social,

político, ambiental e econômico, mostrando-se rico em possibilidades para abordagem didática e oportunizando uma formação crítica e reflexiva.

Em relação ao enfoque envolvendo agrotóxicos e insumos agroquímicos na educação escolar, Fonseca e Lindemann (2021) estabelecem uma discussão no artigo intitulado “Temática Agrotóxico na prática pedagógica de professoras de Ciências: das compreensões às possibilidades de intervenção”. A investigação foi realizada na cidade de Dom Pedrito, RS, e é representativa do que acontece na grande maioria das escolas. De acordo com esse estudo qualitativo, onde foi produzido os dados utilizando um roteiro de entrevista semiestruturada e questionário, os pesquisadores entenderam que os professores se mostram favoráveis a abordagens contextualizadas, e percebem as potencialidades da temática para formação crítica, porém quando abordam o tema Agrotóxicos o fazem como meio de ilustrar os conteúdos escolares. Nas palavras dos autores: “Foi possível identificar uma postura denominada de passiva, relacionada ao trabalho com temas, ainda que as professoras abordem questões relacionadas ao contexto. Esses aspectos ilustram momentos pontuais em aula, direcionados à abordagem de conceitos específicos” (FONSECA; LINDEMANN, 2021, p. 1316).

Após essas considerações os autores apresentam uma proposta de intervenção didática acerca do tema Agrotóxico que conduz a uma reflexão crítica e mais efetiva quanto as necessidades de compreensões dos estudantes no contexto contemporâneo. O resultado da intervenção apresentada aponta “uma contribuição a processos formativos de professores, bem como para o ensino de Ciências” (FONSECA; LINDEMANN, 2021, p. 1332) com o esforço de sinalizar possibilidades para trabalhar com temas dessa natureza, permitindo distintas funcionalidades, e se constituindo como uma colaboração ao ensino de Ciências na Educação Básica. Segundo os autores, atividades como a realizada por eles oportunizam desencadear articulações para formação continuada e, ainda, podem se tornar um material autoformativo para docentes.

A investigação citada reverbera considerando que o Rio Grande do Sul tem em sua base econômica uma expressiva contribuição da agricultura, além disso, a produção agrícola interfere na vivência do coletivo da população. Ela afeta a saúde, o meio ambiente, o convívio e contexto social e econômico, mostrando que discutir esse tema na escola é relevante quando se busca formar cidadãos que tenham condições de estabelecer um olhar crítico acerca dessa realidade que o cerca.

Outro estudo que trata da temática e assume relevância no contexto em que a presente tese está se fundamentando, é o de Fernandes e Stuaní (2015). No estudo as autoras analisam e discutem as compreensões de estudantes do curso de Licenciatura em Educação do Campo

vinculado a Universidade Federal de Santa Catarina, a respeito da temática dos Agrotóxicos no ensino de Ciências, e da relevância dessa abordagem temática para a educação básica. De acordo com Fernandes e Stuaní (2015, p. 746):

Percebe-se e se constata que a temática dos agrotóxicos ainda é pouco explorada no ensino. Por exemplo, na revista *Química Nova na Escola* existem apenas dois artigos com foco nos agrotóxicos, enquanto que das cinco coleções de livros didáticos de Química do Ensino Médio aprovadas na última avaliação do Plano Nacional do Livro Didático de 2012, apenas uma delas aborda de forma explícita a questão dos agrotóxicos. Portanto, se faz imperativa a abordagem dessa temática nos diferentes níveis de ensino, especialmente no ensino de Ciências.

Partindo dessa perspectiva teórica o trabalho mencionado buscou averiguar a compreensão dos licenciandos acerca da temática Agrotóxicos. Para tanto, foi solicitado aos participantes a redação de um texto que contemplasse os aspectos da relevância ao abordar a temática dos Agrotóxicos na Educação Básica e como procederiam para isso. As produções textuais foram analisadas por meio da Análise Textual Discursiva. Os resultados apontaram que os licenciandos apresentam uma visão oposta aos Agrotóxicos, porém, de acordo com as autoras, essa não é a concepção que permeia a sociedade de modo geral, uma vez que a ideologia da modernidade capitalista divulga os Agrotóxicos a partir de impactos positivos e universais a população. A partir dos resultados, as autoras concluem que “os Agrotóxicos podem ser considerados um tema social e científico controverso, e como tal, esconde e omite suas contradições, sendo que é preciso, no espaço formativo, abordar as distintas visões, contextualizá-las e apreender suas apropriações e finalidades” (FERNANDES; STUANI, 2015, p. 758).

A partir dessas discussões e que poderiam ser ilustradas por outros estudos, nos propomos a desenvolver uma sequência didática que avançasse em relação ao apresentado, trazendo discussões que ultrapassassem o debate entorno do uso do Agrotóxico, mostrando possibilidade da instituição de um processo de ACT associada a discussões sobre SR. Acreditamos que essas discussões teóricas permitem avançar em relação ao apresentado na literatura e contribuir para formação cidadã dos jovens, embora reconhecemos que os estudos presentes na literatura sobre intervenções didáticas envolvendo Agrotóxicos também apresentem expressivos subsídios para a formação crítica como anunciado por Fonseca e Lindemann (2021) e Fernandes e Stuaní (2015).

Nosso estudo ao estabelecer aproximações acerca da ACT em Fourez (1997), particularmente representados pelos atributos autonomia, domínio e comunicação, com as discussões da SR, frente a abordagem da temática Agrotóxico, visa contribuir com a formação

dos jovens dentro de uma perspectiva de formação cidadã. Buscamos trazer aspectos positivos e negativos da utilização dos Agrotóxicos e dos impactos que esses geram para a sociedade. Destacamos que nossa proposta vai ao encontro das ponderações de Fernandes e Stuaní (2015) nas considerações do seu estudo, que salientam a importância de discutir aspectos benéficos que os Agrotóxicos trouxeram para a sociedade, estabelecendo contrapontos, problemas e riscos gerados pelos mesmos. Por fim, o estudo busca, por meio da ACT, discutir a construção de um sujeito que seja capaz de visualizar, nos diferentes contextos que o homem contemporâneo está submetido, aspectos interdisciplinares, que esteja apto a buscar informações, compreendê-las e tomar decisões amparadas em saberes científicos, interdisciplinares e com consciência da dimensão política, social e ética. Por fim, esse é o viés de formação almejado com a sequência didática elaborada e são esses os aspectos formativos que trouxemos para a discussão com o grupo de professores.

5.3 Sequência didática

A pesquisa lança mão de um estudo envolvendo a avaliação de uma sequência didática que busca abordar conceitos químicos a partir de uma temática que estabeleça discussões e reflexões sobre o uso de Agrotóxicos. O foco está em levar os estudantes a serem mais conscientes e estabelecerem parâmetros para sua tomada de decisão acerca de situações cotidianas contribuindo para a formação cidadã. Para alcançar tal objetivo, considerando a investigação teórica, compreendemos que os conteúdos não podem ser desenvolvidos distante da realidade dos estudantes. Portanto, a metodologia para estruturação dessas atividades é pautada nas concepções de Fourez (1997), visando à ACT dos estudantes frente à noção de SR anunciada por Beck (2011).

Os aspectos teóricos estruturantes da sequência didática tomam por referência a obra organizada por Fourez (1997) e que vem sendo o referencial deste estudo – *Alfabetización científica y tecnológica*. Acrescentamos à discussão o texto publicado pelo autor em 2003, na revista *Investigações em Ensino de Ciências*, intitulado “Crise no ensino de Ciências?”¹⁸. Somado a elas incluímos discussões oriundas da obra *Sociedade Risco* de Ulrich Beck (2011). Tais referenciais oportunizam a elaboração de uma sequência didática fundamentada em quesitos que levam os estudantes a considerarem diferentes elementos na tomada de decisão.

¹⁸ Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>>. Acesso em: 20 dez. 2019.

Além desses aspectos teóricos, destacamos que a sequência didática foi estruturada a partir da realidade vivenciada em termos do número de períodos para o componente curricular Química no Ensino Médio público do Rio Grande do Sul vivenciado até o ano de 2020¹⁹. Frente a essa realidade a opção foi pela não utilização da abordagem didática na forma de uma IIR, como anunciada por Fourez (1997), uma vez que tal organização que se aproxima de uma metodologia de projeto, necessita momentos extraclasse e um número de período que não condizem com a realidade tomada com referência desse estudo e apontado no estudo de Demarco (2018). Além disso, entendemos que a efetivação de uma IIR requer uma movimentação de seus atores que muitas vezes é difícil de realizar.

Diante dessa identificação optamos por organizar uma sequência didática pautada no uso dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), seguindo anunciado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), procedendo ajustes que podem ser resumidas em duas, a saber:

- Organização de cada encontro a partir dos 3MP seguindo o proposto por Maestrelli (2018) e mencionado durante o processo de qualificação da presente tese, em detrimento de estruturar todo o módulo do conteúdo contemplado na sequência didática nos 3MP como proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011);
- Adaptação no modo como cada um dos momentos se apresenta nos encontros, especialmente em relação a caracterização da problematização inicial na qual não partimos de uma situação-problema necessariamente trazida pelos alunos, mas inferimos algumas a partir de nossa identificação como plausíveis de serem apresentadas. Da mesma forma, alteramos o terceiro momento que, no entender de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), ocorre mediante a sistematização do conhecimento retomando ao problema apresentado inicialmente. Na adaptação apresentada no material elaborado na presente tese (APÊNDICE E), procedemos a essa sistematização com variadas atividades de natureza avaliativa e integrativas dos assuntos contemplados no encontro.

Tais modificações levaram a que alterássemos os nomes do primeiro e do terceiro momento, com explicaremos na sequência.

Os Três Momentos Pedagógicos (3MP) na forma como apresentada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) considera para cada momento as seguintes características:

Primeiro Momento – *Problematização Inicial*: é discutido com as estudantes situações ou questões conhecidas ou próximas da realidade vivenciada por eles, sendo os alunos desafiado

¹⁹ No Rio Grande do Sul a exemplos dos demais estados federativos do país, está em discussão uma nova Matriz Curricular voltada a atender o Novo Ensino Médio instituído em decorrência da BNCC.

a pensar, refletir, falar e questionar o tema apresentado com o objetivo de que o docente possa perceber os saberes prévios e estabelecer os ajustes necessários ao problema em debate. Segundo Muenchen e Delizoicov (2014, p. 620): “A finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém”.

Segundo Momento - *Organização do Conhecimento*: é o momento que os conhecimentos específicos, os conteúdos, são discutidos. Nessa etapa se dá a apropriação dos novos conhecimentos para a compreensão da temática e da problematização inicial.

Terceiro Momento - *Aplicação do Conhecimento*: esse é o momento de sistematização dos saberes, de utilizar os novos conhecimentos discutidos para analisar e interpretar a problemática inicial, bem como lançar mão desse conhecimento para compreender outras situações, que não foram ditas no momento inicial, mas que podem ser entendidas com base nesse novo saber.

Como anunciado optamos por denominar os momentos, como “Momento Inicial”, correspondendo ao que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) denominam de “Problematização Inicial”; “Organização do Conhecimento” e “Momento Final” o que os mesmos autores especificam como “Aplicação do Conhecimento”.

Para a elaboração da sequência didática, recorreremos à compreensão de alguns aspectos que Fourez (2003) considera necessários para a construção do conhecimento orientado para o desenvolvimento de competências amplas e relacionadas à ACT. São eles:

[...] saber construir uma representação clara (um “modelo”) de uma situação concreta”; “saber utilizar os especialistas”; “saber cruzar, para compreender uma situação, conhecimentos padronizados das ciências e das abordagens singulares de usuários”; “saber quando vale a pena aprofundar uma questão e quando é melhor se contentar – ao menos provisoriamente – com uma representação mais simples”; “saber avaliar o nível de rigor com o qual convém abordar uma situação precisa”; “saber o bom uso das linguagens e dos saberes padronizados”; “saber utilizar os saberes estabelecidos para esclarecer uma decisão ou um debate”; “saber testar a representação que se tem de uma situação, confrontando-a tanto à experiência quanto aos modelos teóricos”, etc. (FOUREZ, 2003, p. 117).

Tomando como referência tais considerações, arquitetamos uma sequência didática para contemplar o tema “Agrotóxico” em oito encontros, cuja relação com as orientações expressas por Fourez está apresentada no Quadro 8. Dito de outro modo, o quadro demonstra a forma como as ações da sequência didática proposta se articulam com a ACT, seguindo o que preconiza Fourez (2003).

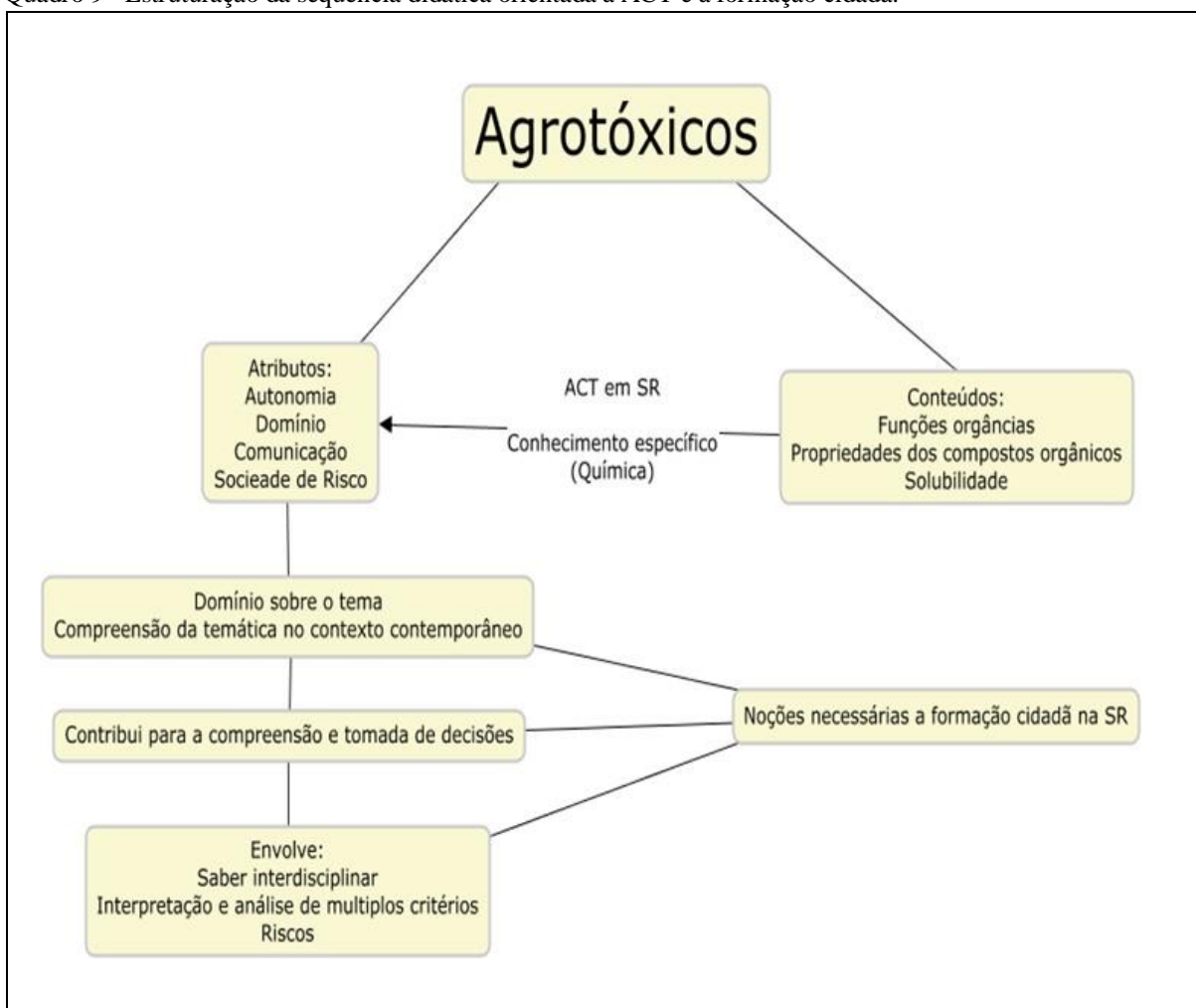
Quadro 8 - Relação entre a ACT e as ações propostas na sequência didática.

Orientações expressas por Fourez	Ações integrantes da sequência didática proposta
Saber construir uma representação	Estruturação de argumentos frente às atividades desenvolvidas, especialmente no momento final, quando será promovido um debate sobre a utilização de agrotóxico no cultivo de alimentos.
Saber utilizar os especialistas	Fazer uso dos especialistas envolvidos no processo (agricultores, professores de outras áreas do conhecimento...) para esclarecimentos de dúvidas que auxiliem na compreensão da temática.
Saber cruzar, para compreender uma situação, conhecimentos padronizados das ciências e das abordagens singulares de usuários	Usar todas as discussões propostas em aula, bem como demais relações que possam surgir sobre a temática para argumentar e construir a argumentação/opinião sobre o tema.
Saber quando vale a pena aprofundar uma questão e quando é melhor se contentar –ao menos provisoriamente – com uma representação mais simples	Decidir quais aspectos (diminuir a fome mundial, consequências ao organismo humano e meio ambiente, valores...) são mais relevantes para se apoiar na tomada de decisões.
Saber avaliar o nível de rigor com o qual convém abordar uma situação precisa	Ao fazer uma leitura (mesmo do material de apoio proposto), observar a fonte, compreender se há interesses por trás do <i>site</i> /autor que está veiculando a notícia.
Saber fazer o bom uso das linguagens e dos saberes padronizados	Compreender os textos, as discussões e as colocações dos especialistas.
Saber utilizar os saberes estabelecidos para esclarecer uma decisão ou um debate	Saber expor suas compreensões, argumentações e opiniões nos debates e nas atividades escritas.
Saber testar a representação que se tem de uma situação, confrontando-a tanto à experiência quanto aos modelos teóricos	Construir uma argumentação sustentada por dados científicos e condizente com a realidade (expressa nos debates e atividades escritas, mas que deve ser evidenciada principalmente no seminário final).

Fonte: Autora, 2020.

Com tais aproximações organizamos as atividades na perspectiva de abordar os conteúdos presentes no plano de estudos relativos ao terceiro ano do Ensino Médio, quais sejam: funções orgânicas e propriedades dos compostos orgânicos (solubilidade). A abordagem didática desses conteúdos organiza-se de modo a favorecer o desenvolvimento dos atributos mencionados por Fourez (1997) e amplamente relatados neste texto: autonomia, comunicação e domínio. Somamos a isso a importância da tomada de decisão em uma SR, que aproximamos da formação cidadã. O Quadro 9 expressa a estrutura central da sequência didática e os objetivos finais aos quais se destina quanto ao processo de ensino e aprendizagem em sala de aula.

Quadro 9 - Estruturação da sequência didática orientada à ACT e à formação cidadã.



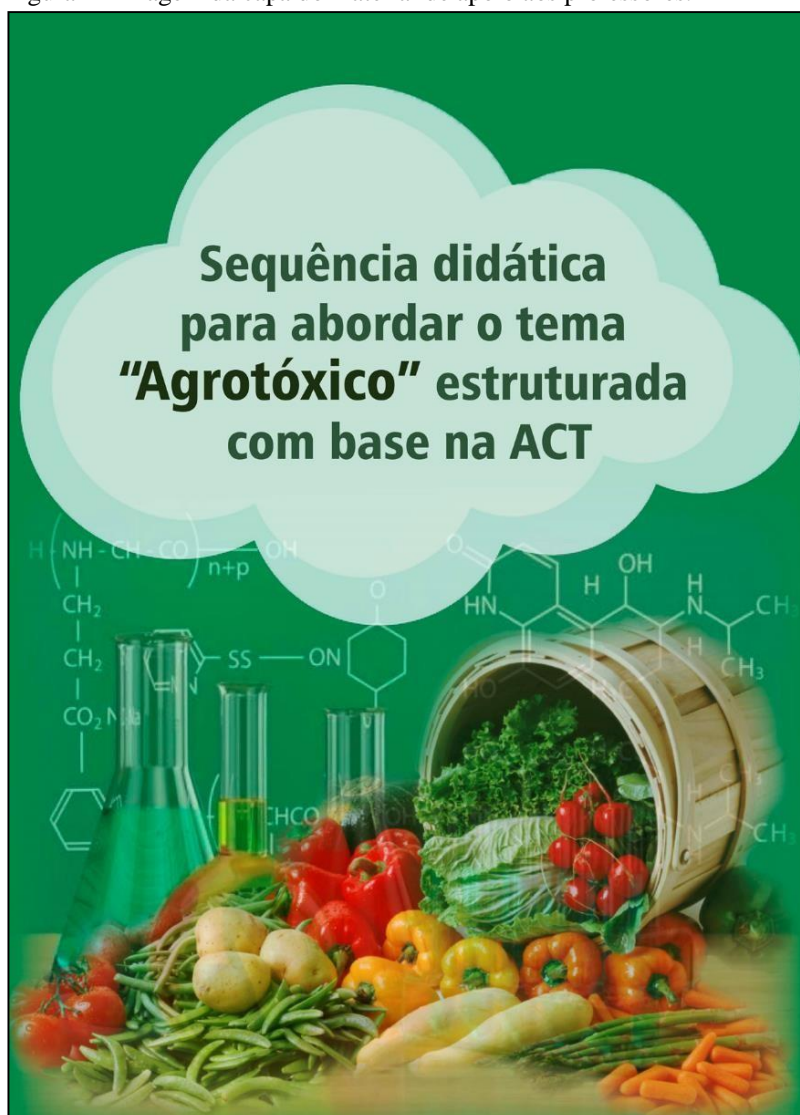
Fonte: Autora, 2020.

Todos esses entendimentos fundamentaram a estruturação da sequência didática organizada para oito encontros semanais de dois períodos²⁰. Na continuidade detalhamos o elaborado para cada encontro e que foi discutido com os professores no curso de formação - extensão universitária. O Apêndice E apresenta o produto educacional na forma de material de apoio ao professor com as atividades propostas para cada encontro e que denominamos de “Sequência Didática para abordar o tema ‘Agrotóxico’ estruturada com base na ACT”. No decorrer da descrição dos encontros nos remetemos as atividades integrantes desse material.

A Figura 1 apresenta a imagem da capa do material elaborado na forma de sequência didática para o estudo.

²⁰ Cada período equivale a 55 minutos de aula.

Figura 1 - Imagem da capa do material de apoio aos professores.



Fonte: Autora, 2021.

Antes da apresentação do estruturado para cada encontro apresentamos dois questionários que foram organizados como forma de estabelecer uma avaliação em relação aos conhecimentos prévios dos alunos antes do desenvolvimento da sequência didática e do questionário elaborado para ser aplicado ao final dela.

O primeiro questionário denominado de “Questionário Inicial” (APÊNDICE B) e que tem por objetivo verificar os conhecimentos prévios dos alunos, atuando como uma avaliação diagnóstica acerca do nível de compreensão prévia dos estudantes quanto aos temas abordados. Esse questionário está constituído por 13 questões elaboradas a partir de quatro situações problemas e alinhadas com os referenciais teóricos do estudo. Ao final da sequência didática é apresentado um novo questionário com 11 questões – “Questionário Final” (APÊNDICE C) que tem similaridade em relação ao inicial, possibilitando estabelecer comparações avaliativa

em relação ao avanço dos estudantes frente ao desenvolvimento da sequência didática. Embora não idênticos, os questionários contêm questões equivalentes, de modo a possibilitar comparação entre as respostas.

O Quadro 10 apresenta as questões e os quesitos contemplados em cada uma delas, permitindo identificar a forma como estabelecemos as equivalências e buscamos agregar todos os aspectos em avaliação no estudo, quais sejam: autonomia, domínio, comunicação e SR, todos alinhados com a formação cidadã. Em relação às questões, ressalta-se que optamos por identificá-las pelo número, uma vez que a inclusão de todo o enunciado tornaria o quadro demasiadamente extenso.

Quadro 10 - Quesito a ser avaliado em cada questão nos dois questionários propostos na sequência didática.

Questão	Quesitos			
	Autonomia	Domínio	Comunicação	Sociedade de risco
Questionário Inicial				
01	X			
02		X		
03	X			
04		X		
05		X	X	
06		X		
07	X			
08	X	X	X	X
09		X		
10	X	X	X	
11	X	X	X	
12	X			X
13		X		X
Questionário Final				
01		X		
02	X		X	X
03		X		
04	X		X	
05	X	X	X	X
06		X		
07	X			
08	X	X	X	
09	X			X
10	X	X	X	X
11	X	X	X	X

Fonte: Dados de pesquisa, 2020.

Embora esses questionários integrem o material de apoio ao professor elaborado neste estudo, optamos por apresentá-los separadamente dos encontros como forma de permitir ao professor a decisão por sua utilização. Na continuidade, apresentamos o que segue se refere especificamente as atividades propostas para os oito encontros integrantes da sequência didática que foi estruturada em uma adaptação dos 3MP e que integram o Apêndice E.

5.3.1 Primeiro encontro

O primeiro encontro está constituído por atividades que envolvem uma discussão introdutória sobre o tema de modo a fomentar um debate sobre o uso de Agrotóxicos. Os conteúdos químicos abordados e constituintes da etapa de Organização do Conhecimento, são substância química e conservação da matéria (constituição dos agrotóxicos e a presença dele nos alimentos).

A atividade proposta neste encontro envolve indagações prévias sobre o que são, quais as consequências da sua utilização e qual o posicionamento dos estudantes quanto ao seu uso nas práticas agrícolas. Encerrada esta discussão inicial, é proposto que os estudantes sejam divididos em grupos e recebam diferentes imagens para interpretar e debater no respectivo grupo, após os alunos devem descrever as principais pautas discutidas e entregar ao professor. Posteriormente, destinamos um momento para socialização com a turma do conteúdo presente na imagem que cada grupo recebeu, bem como das discussões que foram realizadas.

Nesse encontro, pretendemos desenvolver e avaliar o quesito *Domínio*, por meio da escrita dos estudantes sobre a compreensão da imagem, e, no segundo momento, avaliar o quesito *Comunicação*, mediante as colocações dos estudantes durante o debate a respeito das imagens estudadas.

5.3.2 Segundo encontro

No segundo encontro o foco de discussão é o conteúdo químico. Para isso, é abordada a composição de química de dois agrotóxicos comuns no Brasil, o glifosato e o paraquate. É proposta uma discussão sobre ambos, envolvendo histórico de utilização, cultivos mais comuns, onde são aplicados e algumas propriedades dos mesmos, bem como a apresentação da fórmula estrutural para identificar os grupos funcionais presentes nos compostos e discutir algumas características químicas. Seguindo a metodologia expositiva-dialogada, essa aula conta com questionamentos para os estudantes responderem ao longo do encontro (atividades de sistematização).

As atividades propostas nesse encontro buscam, prioritariamente, desenvolver e avaliar o quesito *Domínio*, estando presente, também, por meio de duas indagações, o atributo *Autonomia*. Ainda, a *Comunicação* é contemplada durante a aula, por meio da participação dos estudantes.

5.3.3 Terceiro encontro

Na terceira aula, abordamos o conteúdo de solubilidade das substâncias químicas. Para promover a discussão inicial, indaga-se os estudantes se basta lavar os alimentos para remover os agrotóxicos. Com a instituição deste debate passa-se a analisar as características químicas da estrutura do inseticida 1,1,1-tricloro-2,2-di(*p*-clorofenil) etano, conhecido como DDT, e aborda-se os aspectos químicos relacionando-os com a propriedade de solubilidade das substâncias. No segundo momento, propomos uma atividade experimental, na qual a solubilidade dos compostos orgânicos é sistematizada, relacionando as suas estruturas químicas e justificando por que a água não necessariamente irá remover os agrotóxicos presentes na casca do alimento (incluindo a explicação de que os agrotóxicos não estão presentes apenas na sua parte externa). Após, disponibiliza-se um pequeno texto sobre os aspectos envolvidos na solubilidade das substâncias, seguido de uma atividade de sistematização.

Os atributos em foco nessa aula são *Domínio* e *Autonomia*, avaliados com base nas respostas apresentadas às indagações presentes ao longo do material de apoio. A *Comunicação* está presente de maneira secundária, por meio da participação oral dos estudantes, das respostas (orais) ao questionamento inicial e das já mencionadas respostas (escritas) no material de apoio.

5.3.4 Quarto encontro

O quarto encontro aborda a ação dos agrotóxicos no organismo humano, e coloca em pauta de discussão aspectos como toxicologia de alguns produtos, intoxicação e atitudes clínicas tomadas nesse tipo de situação. No momento inicial, propomos a leitura conjunta e os estudantes escolhem dez palavras para construir uma nuvem de palavras colaborativa com a turma. Após o momento inicial, propomos a divisão dos estudantes em oito grupos, a cada grupo deverá entregar o nome de um inseticida ou herbicida, acompanhado de um pequeno texto informativo para conhecimento prévio da substância. De posse desse material, orientamos a realização de uma pesquisa (utilizando o celular) sobre a ação daquela substância no organismo. Na sequência, indicamos que os grupos sejam convidados a socializar com a turma o resultado de suas investigações.

Nesse encontro, os três atributos pontuados por Fourez (1997) com vistas ao desenvolvimento da ACT estarão presentes em equidade. A atividade demanda que os estudantes busquem informações sobre determinado herbicida ou inseticida, e para tal é

necessário ter *Autonomia*; compreendam as informações obtidas, o que requer *Domínio*; e, por fim, discutam com seus pares de grupo e posteriormente apresentem suas investigações para a turma, o que favorece a *Comunicação*. Ainda, como fundo desse cenário, vislumbramos a tomada de decisões dos estudantes sobre qual *site* é confiável para a busca da informação, o que se volta ao atributo sociedade de risco.

5.3.5 Quinto encontro

Para essa aula se estabelece como pauta os alimentos orgânicos, inicialmente propomos a leitura de um fragmento do artigo “Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento”, de autoria de Renata Galhardo Borguini e Elizabeth Ferraz da Silva Torres (2006). No momento seguinte se propõe um debate acerca da leitura, diferenciando o ramo da química que estuda os compostos orgânicos e a utilização desse termo para se referir a alimentos cultivados sem agrotóxicos. Na continuidade, os estudantes são orientados a responder às atividades de sistematização.

Finalizamos esse encontro com o encaminhamento da atividade de campo para a qual propomos orientar os alunos para que, em duplas, façam visita a um supermercado e verifiquem o preço de três produtos - versão comum e na versão orgânica, anotando os dados obtidos em uma tabela e calculando a porcentagem de diferença de preço entre uma versão e outra de cada produto.

Ainda, indicamos que os estudantes sejam orientados a conversar em casa para descobrir se há consumo de produtos orgânicos na alimentação familiar, bem como os motivos que levam a família a optar ou não por esses alimentos. Por fim, mencionamos a necessidade de solicitar que os estudantes façam uma busca na internet sobre o manejo e o tempo de cultivo na produção orgânica, comparando-os com os de produtos “normais”. Os estudantes devem apresentar suas investigações no início do encontro seguinte em uma roda de conversa.

A atividade inicial desse quinto encontro permite o desenvolvimento e a análise dos atributos *Domínio*, *Autonomia* e *SR*. O direcionamento dos estudantes a campo, por sua vez, favorece a *Autonomia*, o *Domínio* e a *Comunicação*, presentes em todo o processo de busca de preços, comparação entre valores, discussão com a família, avaliação de benefícios do consumo de um alimento orgânico e de um alimento “comum”, pesquisa acerca do manejo agrícola. Ainda, destacamos que está em tela o quesito *SR*, em que não se deve avaliar somente um critério, pois estão presentes muitas variáveis (como, por exemplo, é o caso dos critérios familiares para opção por um alimento orgânico ou “normal”).

5.3.6 Sexto encontro

Propomos iniciar o encontro com a roda de conversa para exposição das investigações dos estudantes. Após, a temática em discussão deve ser os níveis de fome mundial²¹, relacionando as informações com a produção agrícola. Para isso propomos utilizar duas indagações prévias e, após, um vídeo que apresenta um relato sobre situações de fome no mundo, seguido de um texto sobre o tema e de gráficos que pontuam regiões com o maior número de pessoas atingidas pela fome. Para finalização da aula propomos a realização de atividades de sistematização.

A atividade inicial, que remete à roda de conversa sobre a investigação proposta no encontro anterior, favorece, prioritariamente, a *Comunicação*, associada ao relato dos estudantes. As demais atividades propostas dentro da temática produção agrícola *versus* fome mundial estão, inicialmente, associadas ao *Domínio*, por meio da interpretação do texto e das representações gráficas apresentadas no material de apoio. Ao final, são levantadas duas indagações, que propiciam o desenvolvimento dos quesitos *Autonomia* e *SR*, na medida em que os estudantes são conduzidos a pensar se o uso de agrotóxico seria uma alternativa à fome mundial (aqui, ressaltamos que, na discussão da aula, serão pontuados aspectos da má distribuição de alimentos, desperdícios...) e a propor uma medida capaz de amenizar essa problemática no mundo.

Na finalização dessa aula os alunos devem ser orientados acerca da atividade de campo que será apresentada no oitavo encontro.

5.3.7 Sétimo encontro

Os transgênicos²² são a pauta de debate dessa aula. Inicialmente, pontuamos o que é um organismo transgênico e, na sequência, por meio de dois textos, estabelecemos a relação entre os transgênicos e a utilização de agrotóxicos. É proposto um debate sobre os textos, e se finaliza o encontro com as atividades de sistematização.

²¹ Após essa aula, sugerimos convidar um profissional da agronomia e outro das ciências humanas para um bate-papo com os estudantes acerca desse tema. Incentivar os alunos a preparar questionamentos para debaterem com os convidados.

²² Antecedendo esse encontro é aconselhável a realização de uma palestra/aula com um engenheiro agrônomo ou biólogo para fornecer informações sobre organismo transgênico.

O enfoque desse encontro está no quesito *Domínio e SR*, pois visa desenvolver nos estudantes a compreensão sobre um organismo transgênico, sua relação com o aumento do uso de agrotóxicos e as problemáticas ambientais.

5.3.8 Oitavo encontro

O último encontro é destinado ao seminário de socialização da atividade de campo. A atividade é uma entrevista com agricultores – proposta encaminhada no final do sexto encontro. Nessas entrevistas, caberá aos estudantes fazer questionamentos sobre as dificuldades da lida no campo, o que na opinião dos agricultores melhorou no seu trabalho, os aspectos negativos e como eles enxergam os avanços no campo da agricultura.

Após a socialização dos grupos, indicamos estabelecer um debate com os estudantes sobre a gama de variáveis que envolvem o uso de agrotóxicos na agricultura, as implicações disso nas diversas áreas que foram discutidas ao longo da sequência didática, e indagar se eles se sentem capazes de tomar uma decisão sobre usar ou não agrotóxicos na produção de alimento. Além dessa atividade, inferimos a importância em realizar uma avaliação com os estudantes sobre os pontos positivos e negativos acerca da sequência didática desenvolvida.

A atividade proposta nesse encontro busca identificar, desenvolver e analisar, por meio da participação oral dos estudantes e da explanação sobre a pesquisa que realizaram, os quatro atributos elencados nesta investigação como necessários para a formação cidadã na sociedade atual. Entendemos que o *Domínio* e a *Autonomia* são favorecidos quando os estudantes utilizarem as discussões e os saberes desenvolvidos/construídos ao longo dos oito encontros para estabelecer seu ponto de vista sobre o uso de agrotóxicos no contexto contemporâneo; já a entrevista com os agricultores e o momento do seminário em aula favorecem a *Comunicação*.

Ainda, a sequência didática desenvolvida, em sua totalidade, expressa contextos interdisciplinares atrelados ao uso de Agrotóxicos, com questões não benéficas ao ser humano e ambiente e outras necessárias para a população mundial, como a diminuição da escassez de alimento e o preço acessível. Assim, esperamos contribuir para que os estudantes compreendam a complexidade das decisões na sociedade contemporânea, sempre associada a riscos.

5.4 Relato do curso de formação “Alfabetização Científica e Tecnológica”

O curso de formação, realizado na forma de extensão universitária, foi desenvolvido com vista a oferecer subsídios para que os professores pudessem avaliar a sequência didática a

luz do referencial teórico. Além disso, esse momento propiciou discussões acerca do ensino de Ciências, da realidade e desafios enfrentados na educação básica, se consolidando em um momento rico de troca de saberes e de formação a todos os envolvidos.

A Figura 2 apresenta a imagem da chamada para o curso de extensão veiculada nas redes sociais.

Figura 2 - Imagem do card de divulgação do curso de extensão universitária nas redes sociais.



Fonte: Autora, 2021.

O objetivo do curso foi discutir a ACT em Fourez, associando as necessidades do contexto contemporâneo, ancorado nos aspectos de SR e a relevância desses saberes para a formação cidadã, com amplamente anunciado neste texto. Além dos aspectos teórico, foi analisada e posteriormente avaliada a sequência didática desenvolvida.

O curso foi organizado em cinco encontros realizados de forma online e síncrona utilizando a plataforma do Google Meet (em virtude no momento pandêmico vivenciado) e atividades desenvolvidas de forma assíncrona enviadas aos participantes por e-mail. Sobre isso vale o registro de que embora na divulgação do curso tenha sido anunciado o curso de extensão com 20 horas o certificado emitido foi de 30 horas considerando as leituras e outras atividades desenvolvidas de modo assíncronos. O Anexo B traz um exemplo do certificado emitido para os participantes.

Os encontros virtuais síncronos tiveram duração média de duas a três horas. Para a participação no curso que foi cadastrado como um curso de extensão da Universidade de Passo

Fundo, os candidatos deveriam realizar os procedimentos institucionais de inscrição via sistema UPF e disponível em <<https://www.upf.br/agenda>>. Para a inscrição os candidatos deveriam apresentar graduação completa em áreas vinculadas a formação de professores, estar atuando ou ter atuado como professores na área de Ciências da Natureza nas redes de ensino e responder um formulário com os dados básicos. O curso foi vinculado ao Grupo de Pesquisa Educação Científica e Tecnológica – GruPECT, ao Programa de Pós-Graduação em Educação e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, tendo na coordenação geral as professoras Cleci Teresinha Werner da Rosa e a Aline Locatelli e como ministrante a doutoranda e autora da presente tese – Luana Carla Zanelato Amaral. O Apêndice D apresenta o cronograma entregue aos participantes.

O curso que teve seu período de inscrição de primeiro de agosto a primeiro de setembro de 2021, contou com 48 inscritos, sendo 31 participantes envolvidos em todas as etapas do curso, tendo em comum o fato de atuarem na Educação Básica. O grupo se caracterizou como interdisciplinar, contando com professores graduados em diferentes licenciaturas, como já anunciado.

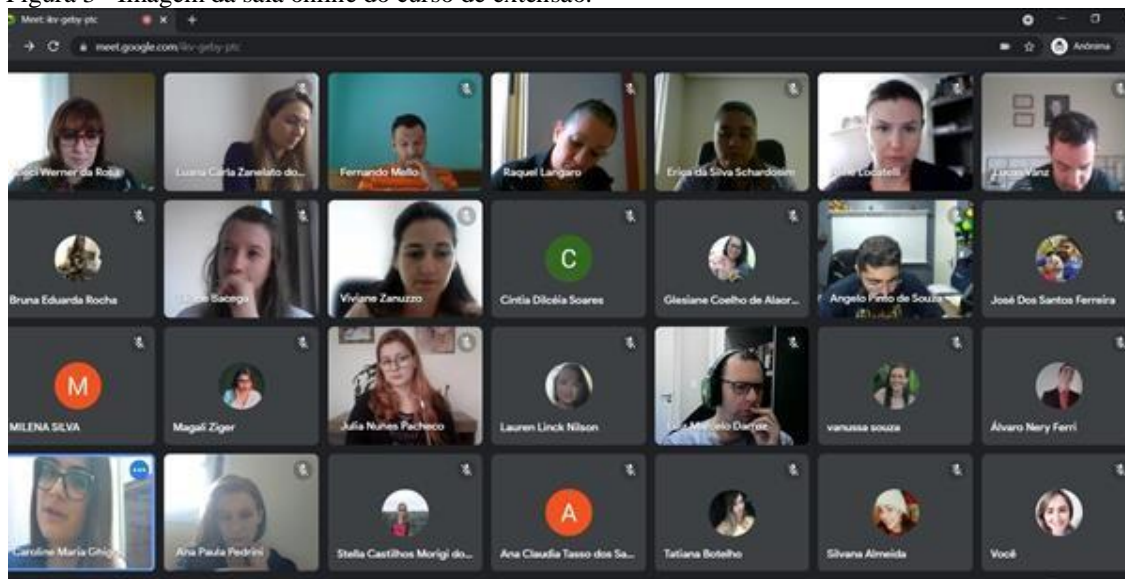
Após encerrar o prazo de inscrição foi enviado um e-mail a todos os candidatos explicando o funcionamento do curso e que se tratava de uma pesquisa para qual estava sendo solicitado a autorização. Além disso, foi indicado a leitura de um conjunto de artigos como forma de preparação prévia para os encontros, a saber: “Um singular plural: Contribuições de Gérard Fourez para a educação em Ciências” (MOHR; MULINARI; VENTURINI; CUNHA, 2019); “Las Ciencias naturales en la educación primaria para jóvenes y adultos: representaciones sociales y prácticas de docentes transformadores” (PRADERIO; LUZURIAGA; FURMAN, 2019) e do segundo capítulo da obra “Alfabetización Científica y Tecnológica” de Fourez (1997).

A seguir relatamos os cinco encontros realizados durante o curso, trazendo imagens das atividades desenvolvidas, bem como falas dos participantes que por vezes recebem o nome de “cursistas” e por vezes de “participantes” para evitar a exaustão na leitura por uso repetido de palavras. Essas falas dos participantes foram obtidas por meio das videogravações dos encontros remotos síncronos e foram identificadas aleatoriamente pelas letras A, B, C, D,. O objetivo em trazer essas falas não é a de analisar o envolvimento e participação do público, mas de ilustrar situações que conduziram as atividades durante o curso.

5.4.1 Primeiro encontro

No primeiro encontro foi apresentado o planejamento e objetivo, realizado um momento de apresentação dos cursistas e socialização inicial. Após foram apresentadas as compreensões de ACT associadas ao referencial teórico do estudo. Esse encontro teve duração de 2h e 30 minutos. A Figura 3 a seguir ilustra a imagem da sala online de realização do primeiro encontro.

Figura 3 - Imagem da sala online do curso de extensão.



Fonte: Autora, 2021.

Após as apresentações, os participantes foram convidados a explicar suas compreensões e entendimentos sobre Alfabetização Científica (AC), elaborando uma nuvem de palavras colaborativa. Cada um participante foi convidado a encaminhar até seis palavras que associavam a AC. Na Figura 4 temos a nuvem elaborada coletivamente.

Figura 4 - Nuvem de palavras do primeiro encontro.



Fonte: Autora, 2021.

Após esse momento foi aberto um espaço para que os participantes explanassem oralmente suas compreensões acerca da temática e das palavras que encaminharam para a construção da nuvem. Nesse momento a participação oral foi baixa e foi dada sequência a atividade trazendo imagens sobre o contexto contemporâneo e as mudanças que ocorrem na sociedade.

As imagens retratavam os avanços tecnológicos, o questionamento sobre o uso de máscaras, o aquecimento global e demais formas de poluição ambiental, as mudanças nos processos de produção e formas de trabalho. Após apresentar as imagens, foi indagado sobre o que os participantes pensavam acerca das imagens e se conseguiam relacioná-las ao mundo real. Seguimos o curso com o questionamento sobre o papel da escola nesse cenário e, na sequência, foi apresentado um pequeno vídeo que propunha uma reflexão acerca da escola tradicional associando com as habilidades necessárias para os sujeitos na sociedade atual.

As indagações, as imagens e o vídeo suscitaram a participação dos presentes sendo pontuado aspectos dos desafios da escola, das dificuldades de superar o ensino positivista, realidades diferentes enfrentadas na rede pública e privada, bem com as peculiaridades de cada etapa de ensino, mas em comum a concordância que a escola e as propostas de ensino precisam proporcionar o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias a essa sociedade, e que isso está além de definições, conceitos e conteúdos isolados.

Após esse debate sobre a escola, direcionamos a discussão sobre o papel do ensino de Ciências e sua relevância no contexto atual, levantados aspectos associados as “Fake News”, vacinas, aquecimento global. Nesse momento os participantes que se manifestaram

demonstraram que consideraram relevante e necessário a educação básica dar suporte para que os sujeitos consigam compreender os aspectos da ciência presente na sociedade e no mundo tecnológico.

Isso veio ao encontro da nossa proposta de discussão e foi possível introduzir o tema do curso, a “Alfabetização Científica e Tecnológica”, apresentando a definição de diferentes autores sobre o termo e chegando a concepção que adotamos nesse estudo.

Sobre Gérard Fourez apresentamos sua biografia, as principais obras e seguimos com as compreensões sobre ciência, o papel do ensino de Ciências e os aspectos sobre ACT que são expostos em sua obra.

Após essa etapa pontuamos as relações que vislumbramos nas discussões do autor e as necessidades para uma formação cidadã que são exigidas no século XXI, destacando nossa interpretação de cidadania amparada em Santos (2005). Os participantes nesse momento trouxeram exemplos reais e inquietações que vivem quanto ao desenvolvimento de habilidades associadas à cidadania. Além disso, destacaram a dificuldade em compreender o entendimento de formação cidadã e de que forma ela pode ser contemplada na prática pedagógica. Considerando esse ser o aspecto central das discussões fomos pontuando aspectos anunciados por Santos (2005) e trazendo complementos referente ao apresentado por Fourez (1997; 2003).

Na etapa seguinte foi introduzida as questões da SR – na voz de Ulrich Beck (2011), pontuando quais fatores estão associados a tais riscos, as mudanças que a Ciência sofre nesse contexto, ao mesmo tempo que ela assume uma importância cada vez maior na vida das pessoas, e qual o entendimento público da ciência é primordial. Pontuamos também o quanto as ponderações de Fourez (1997) sobre o ensino de Ciências podem contribuir para promover a cidadania frente a apresentado por Beck (2011) como SR.

Para concluir o encontro, sintetizamos nossa compreensão das relações entre formação cidadã, ACT e SR e questionamos sobre a maneira como os participantes vislumbraram essa relação, e ainda o quanto achavam pertinente tais aproximações e debates em se tratando da educação básica. Nesse momento tivemos a manifestação de alguns dos participantes, demonstrando entusiasmados com a temática e entendimentos sobre a problemática e possibilidades de mudança em relação ao ensino de Ciências que debatemos no encontro. Todavia, nessa mesma direção foram apresentadas pelos cursistas preocupações em relação a operacionalização na escola de propostas didáticas orientadas por esse referencial.

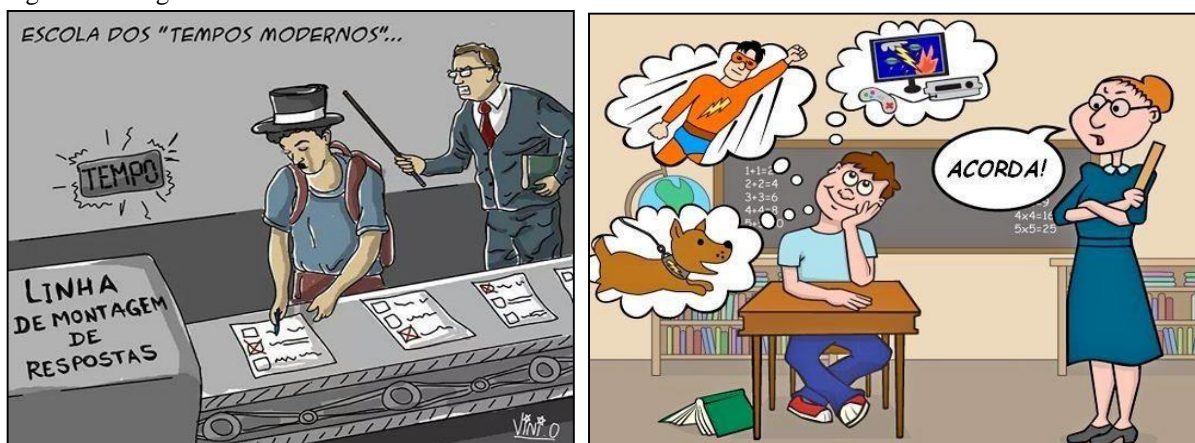
O encontro foi finalizado solicitando a leitura do artigo “Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica” (2011), de autoria de Lúcia Helena Sasseron e Anna Maria Pessoa de

Carvalho, e deixando como tarefa aos participantes a reflexão sobre as discussões realizadas e a relação entre a escola e as necessidades da sociedade atual.

5.4.2 Segundo encontro

O segundo encontro teve como objetivo aprofundar as discussões sobre AC e SR. Com intuito de fomentar as discussões, iniciamos a atividade retomando as indagações do encontro anterior e questionando sobre as leituras. Para instigar o debate foi utilizada duas imagens, sendo a primeira associando a escola como uma linha de produção industrial, e a segunda a um estudante sentado na sala de aula com cálculos de matemática escritos no quadro e pensando em coisas externas a aula (videogame, super-heróis...) com a professora tentando chamar a atenção do estudante. A Figura 5 apresenta as imagens usadas.

Figura 5 - Imagens utilizadas no curso de extensão.



Fonte: Pin em Fotos e ilustrações criativas (pinterest.com); www.eosconsultores.com.br. Acesso 07/09/21.

A seguir foi retomado aspectos da SR e das habilidades necessárias para que um cidadão tenha condições de compreender situações do mundo real e tomar decisões autônomas, conscientes e responsáveis. Assim foi indagado sobre uma das partes apresentadas no vídeo do primeiro encontro, a qual mostrava os jovens dispostos a aprender, e questionado se essa era a realidade que eles observavam no cotidiano escolar. Prontamente a participante A relatou “acredito que sempre tenha exceções, mas no grande grupo não é bem assim”; o colega B complementou expondo “talvez eles não estejam dispostos porque aquilo que a escola oferece não tem significado para eles, não é interessante... essa falta de interesse tem a ver com a metodologia tradicional”; e a participante C destacou “e quanto maiores os alunos, menor o interesse”.

A partir dessas considerações conduzimos a discussão sobre o nível de abstração do ensino, em especial das Ciências, da importância em significar os conteúdos e conceitos e de incentivar a curiosidade dos estudantes, estimular os questionamentos, fomentando uma cultura que associa perguntas a curiosidade e ao desejo de aprender. Pontuamos a importância de compreendermos que o professor não precisa ter respostas a todas as perguntas. Salientamos nesse momento a importância do significado associado a efetiva aprendizagem dos conceitos e conteúdos científicos, pois isso gera subsídios para uma compreensão genuína de situações do mundo real.

Alguns cursistas trouxeram exemplos de suas experiências, relatando que podemos obter resultados positivos quando se propõe metodologias potencialmente significativas em sala de aula. Foi pontuado pelo participante E que a falta de uma metodologia comum de trabalho para a escola dificulta a compreensão dos estudantes, conforme a experiência de um dos participantes (que atua como gestor de escola) “*há professores que trabalhando de forma tradicional, alguns buscam pequenas inovações e outros totalmente inovadores*”, segundo ele, nessa diversidade metodológica o estudante é prejudicado. Situação que salientamos que poderia ser contornada com a utilização do Projeto Político Pedagógico e se os docentes seguissem o plano de ação da instituição, também foi pontuado acerca da necessidade de fomentar a formação continuada.

A partir disso a participante F trouxe outro olhar sobre essas diferenças metodológicas aos quais os estudantes podem ser submetidos, mencionando que isso pode ser uma forma de preparar os estudantes para as situações da vida, que são incertas, e também possibilita aos estudantes identificarem a maneira que eles conseguem um maior rendimento de aprendizagem. Também apontou que uma ‘luz’ pode ser a propostas do novo Ensino Médio, que é uma alternativa para superar essa barreira dos conteúdos sem significado.

Na continuidade foi comentado sobre a tendência que a sociedade em geral tem em acreditar em uma formação na linha tradicional e conteudista, pouco atrelando a ela uma formação integral do sujeito, crítica, consciente, que conduz a autonomia e a aprendizagem ao longo da vida.

Após essa discussão acerca das dificuldades da realidade escolar, focalizamos a discussão sobre o atributo de *Autonomia*, indagando sobre quais atividades são desenvolvidas na escola com vista a contribuir para isso. Foi indagado como ela é desenvolvida na escola e para exemplificar a sua importância, assim como do atributo *Domínio*, foi apontado a situação da rejeição da vacina da Covid-19 por uma parcela expressiva da população, justificando que não teria efeito, pois a eficácia não era 100% eficaz. Questionamos se essa população tem

conhecimento sobre a eficácia e as formas de produção das vacinas já existentes e rotineiramente utilizadas nas últimas décadas, e ainda quantos desses sujeitos realizaram uma pesquisa para compreender a ação das demais vacinas, eficiência e aspectos de produção.

Após essa etapa retomamos o questionamento sobre práticas pedagógicas que desenvolvem a *Autonomia* e o tempo necessário para propor ações escolares direcionados a favorecer esse atributo como pontuado que Fourez (1997). Nesse sentido, retomamos a fala do autor de que na escola nem sempre será possível trabalhar as listas de conteúdos previstas, sugerindo que alguns conteúdos sejam desenvolvidos adequadamente com vista em desenvolver as habilidades e competências que capacitam os sujeitos a buscarem novos saberes.

Nessa fala, uma participante apresentou a proposta que ela vivencia em um instituto federal no qual trabalha, onde os estudantes escolhem o momento que vão cursar cada disciplina, e também comentou sobre a possibilidade de construir a avaliação a partir de um portfólio, no qual os estudantes escolhem as formas que desejam realizar a avaliação. A participante destacou que isso é uma forma de desenvolver a autonomia e também a metacognição.

Ainda foi apontado outros exemplos da prática cotidiana da escola e das dificuldades dos estudantes de visualizarem o saber escolar no cotidiano, bem como de aplicá-los em ações do seu dia-a-dia.

Após essa etapa foi dado os encaminhamentos finais do encontro e deixado indagações para os participantes sobre os riscos que a sociedade atual oferece e como a ACT pode contribuir para que os sujeitos vivam melhor. Foi enviado aos participantes via e-mail a sequência didática elaborada para este estudo e qual seria objeto de discussão no próximo encontro.

5.4.3 Terceiro encontro

O encontro foi destinado a apresentação da sequência didática, relatando as etapas da sua elaboração e como cada etapa estava associada e ancorado nos referenciais teóricos discutidos. Também foi relatado como foi planejada a aplicação em sala de aula.

Inicialmente foi descrito as etapas dos estudos teóricos, as leituras e releitura, a escrita e após a apropriação do referencial teórico, dando destaque ao esforço de construir a sequência didática amparada nos pilares da ACT e SR, direcionada a formação cidadã.

Foi apresentado o tema da sequência didática e justificado a relevância do mesmo para a sociedade atual, apontando também a concordância com os conteúdos bases do terceiro ano

do Ensino Médio, o tempo para aplicação, os recursos didáticos e demais aspectos vinculados a sua viabilidade didática. Nessa fala foi ressaltado a importância da sequência didática ter sido construída com base em uma concepção didática, ressaltando que isso foi sugerido no processo de qualificação da tese e acatada por nós. Sobre isso foi apresentado e justificado a adaptação realizada frente ao proposto originalmente por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) para os 3MP.

Antes de iniciar a discussão da sequência didática foi apresentado e detalhado os questionários indicados no material de apoio e que foram elaborados com objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes em relação aos conhecimentos específicos e organizados dentro dos atributos anunciado por Fourez - Autonomia, Domínio, Comunicação e do entendimento de SR. Esse questionário inicial, assim como o questionário final, apresenta como objetivo o de contribuir para a avaliação diagnóstica. O questionário está baseado em situações-problema contextualizadas, como já apresentado anteriormente.

Durante a apresentação desse questionário uma das participantes mencionou a bula de medicamentos, o que possibilitou que outros participantes elencassem experiências de erros ao ingerir medicamentos e problemas para a interpretação do que consta na bula de um medicamento. Também foi pontuado que sempre que for administrada uma substância nova no organismo haverá reações adversas, e que o paciente precisa ter condições de avaliar prós e contras, legitimando um processo no qual o conhecimento é primordial para tomada de decisão.

Foi frisado durante o encontro que o questionário versa sobre questões de ordem individual e coletiva, o que pode ser percebida na segunda situação em que é apresentado um problema coletivo, sobre saneamento básico. Foi mencionado aos cursistas a relevância de problemas coletivos, e dos comportamentos individuais adotados sobre os mesmos na SR. O questionário também busca interpretar se os estudantes observam e percebem a presença de textos/anúncios tendenciosos e qual a validade da fonte desses materiais.

Após a apresentação e discussão do questionário foram expostos os oito encontros propostos na sequência didática, elencando que no material elaborado está descrito as orientações ao professor no início de cada aula. Utilizamos a própria sequência didática para apresentar o proposto em cada atividade, e em todas as etapas foram enfatizados aspectos positivos e negativos das temáticas. Ao longo da apresentação os participantes trouxeram apontamentos, sugestões e situações vivenciais da prática pedagógica.

Foram postas em pauta a questão da ingenuidade dos sujeitos quando se associa o lavar e descascar legumes e frutas com a eliminação dos Agrotóxicos. Foi destacado também a

questão das pesquisas que pontuam a utilização de Agrotóxicos com o avanço de doenças e do câncer, onde vários cursistas pontuaram leituras sobre o tema.

Após finalizar a apresentação foi trazido pela participante C a importância de discutir os termos Agrotóxicos e Defensivos Agrícolas, e o quanto isso pode gerar diferentes imagens acerca do mesmo produto. A mesma participante sugeriu trazer alguns filmes ou documentários para a sequência didática, e foi indicada a possibilidade de transpor o material para formulários digitais, para facilitar o acesso e a aplicação aos docentes. Após essas colocações o encontro foi finalizado.

5.4.4 Quarto encontro

O quarto encontro a exemplo do anterior foi destinado a discutir a sequência didática e a sua relação com o referencial teórico, buscando questionar os participantes como a sequência didática continha os aspectos elencados por Fourez (1997) acerca do desenvolvimento da ACT, e de que forma ela contemplava discussões pertinentes a SR, e, ainda, se conduzia a formação de habilidades necessárias a formação cidadã.

O destaque nesse encontro foi a participação de uma convidada, que é especialista na temática Agrotóxicos. Fourez (1997) é enfático sobre a importância dos especialistas (sejam sujeito ou outras fontes de busca de informações). Essa especialista oportunizou um novo olhar acerca do tema, colocando em evidência a relevância da interdisciplinaridade.

A participante é bióloga, mestra em Bioexperimentação e doutoranda em Educação na Universidade de Passo Fundo, atuando como docente do Ensino Fundamental em uma escola privada no município de Passo Fundo. Além disso, ela coordena um projeto na área de educação ambiental, alimentos orgânicos e sustentabilidade.

Nesse encontro inicialmente foi realizado a acolhida, apresentada a atividade proposta e retomado os principais pontos da sequência didática e do referencial teórico. Na sequência foi dado início a interação com a especialista. A Figura 6 apresenta uma imagem desse momento inicial da discussão e a temática posta em pauta pela especialista.

Figura 6 - Imagem do encontro com a presença da especialista.



Fonte: Autora, 2021.

No debate foi dado destaque a como o tema Agrotóxico e produção de alimentos é visto de forma diferente a partir da perspectiva de cada área, e quanto a isso, a Bióloga de antemão revelou que o lugar de fala dela é de uma defensora do meio ambiente, de prática agrícolas sustentáveis, contra o uso de demasiado de Agrotóxicos e favorável a produção de alimentos orgânicos. Além disso, a convidada destacou que compreende outros olhares, mas que entende que o uso indiscriminado não é benéfico para nenhum segmento da sociedade.

A fala da convidada contemplou os eixos agrotóxicos, alimentos e meio ambiente, sua fala baseou-se em dados. Pontuou a cadeia alimentar, a microfauna das regiões, dados sobre a contaminação de agrotóxicos na água, número de trabalhadores contaminados anualmente, predominância da monocultura, agrotóxicos banidos em outros países e que são ainda usados no Brasil e as doenças causadas pelos agrotóxicos. A Figura 7 ilustra uma imagem do momento de discussão dos conceitos.

Figura 7 - Imagem da apresentação pela convidada sobre conceitos iniciais.

Conceitos Iniciais

ALIMENTO

Alimento (do latim alimentum) é toda substância utilizada pelos seres vivos como fonte de matéria e energia para poderem realizar as suas funções vitais, incluindo o crescimento, movimento e reprodução.



AGROTÓXICO

Agrotóxicos são produtos químicos sintéticos usados para matar insetos, larvas, fungos, carrapatos sob a justificativa de controlar as doenças provocadas por esses vetores e de regular o crescimento da vegetação, tanto no ambiente rural quanto urbano (BRASIL, 2002; INCA, 2021).



MEIO AMBIENTE

O termo “Meio Ambiente” tem seu conceito arraigado nas noções acerca dos recursos naturais (que compreendem solo, vegetação, fauna, flora, recursos hídricos, ar), o clima, os impactos das atividades sociais, econômicas e culturais exercidas pelo homem, a prestação de serviços de saneamento (abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos, manejo de efluentes líquidos) e doenças relacionadas (BRASIL, 2021).



Fonte: Autora, 2021.

Foi questionado se todos os alimentos possuem Agrotóxicos, e o que são as “pragas” que esse Agrotóxico visa combater, se realmente são pragas ou fazem parte da cadeia alimentar, e sob qual o ponto de vista são ‘pragas’.

Foram contemplados aspectos conceituais como as formas de ação dos Agrotóxicos, sistêmicos (são aqueles que penetram nas folhas e polpa) e que mesmo ‘lavando ou deixando de molho’ não será possível se livrar, e os de contato que agem na parte externa do vegetal, e que podem ser removidos com mais facilidade.

Foi discutido acerca do órgão fiscalizador de Agrotóxicos nos alimentos, Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), a ação deles e a dificuldade de atuar na fiscalização considerando o sucateamento do sistema público. Também foi abordado sobre a ingestão diária aceitável de agrotóxicos, e questionado como é possível ter um nível aceitável de ‘veneno’ para o ser humano ingerir. Após foi pontuado alguns dados acerca da contaminação dos alimentos por agrotóxicos. As questões ambientais também foram contempladas destacando que o solo, o ar, a água e toda a cadeia alimentar que é afetada com o uso indiscriminado dos agrotóxicos.

Essa etapa foi finalizada apresentando alternativas para diminuir o uso de Agrotóxicos como o controle biológico, manejo integrado de pragas e a agroecologia. Além disso, foram lembradas algumas das discussões realizadas no encontro anterior, especialmente sobre o processo de lavagem dos alimentos e a remoção da casca que muitas vezes geram a falsa impressão que tais ações livram o alimento dos agrotóxicos. Foi mencionado pelo participante

A “o quanto os dados da contaminação assustam quando refletimos sobre eles e a nossa alimentação”.

Além disso foi resgatado sobre a tomada de decisão acerca da alimentação, discutindo sobre o que é uma alimentação saudável, especialmente sob esse olhar dos alimentos contaminados vindo de uma bióloga, contrapondo possibilidade de um olhar de uma nutricionista em relação a questão da alimentação saudável, e ainda como seria a avaliação de um agrônomo. A partir disso foi possível visualizar a importância dos especialistas, conforme as discussões de Fourez (1997) e o quanto é importante estabelecer o diálogo com os especialistas, também foi ressaltado a relevância do conhecimento/domínio conceitual para a compreensão de tais discussões.

Após esse debate e breve sistematização da perspectiva de Fourez (1997), a convidada apresentou o projeto que coordena em uma escola da cidade de Passo Fundo, e tem como público alvo o Ensino Fundamental e intitulado ‘Mão na Terra’. Esse projeto tem como tema a educação ambiental por meio de atitudes práticas com vista na formação de sujeitos reflexivos, críticos e ambientalmente conscientes e responsáveis pelo planeta. As principais ações do projeto é o gerenciamento de resíduos sólidos, reciclagem, compostagem para produção de adubo, horta escolar e ações de mobilização coletiva na cidade. Foi descrito as ações, como elas estavam associadas aos conteúdos escolares e o quanto ela tem potencial para contribuir para a alfabetização científica dos estudantes envolvidos.

Em seguida foi finalizado o encontro com a discussão de como este projeto contempla os quesitos de ACT defendidos na obra de Fourez (1997), elencando nas ações de projeto os atributos *Autonomia, Domínio e Comunicação*, reforçando a sua relação com o contexto da SR.

5.4.5 Quinto encontro

O último encontro foi na forma de seminário de discussões e reflexões sobre a sequência didática e o referencial teórico. A primeira atividade foi elaborar de forma colaborativa uma nuvem de palavras sobre os termos associados à AC, atividade também realizada no primeiro encontro. A Figura 8 ilustra a imagem da nuvem construída no encontro.

buscar informações e avaliar, aspectos da construção das ciências e a realidade da educação básica no Brasil.

Foi dada continuidade com o questionamento sobre qual a aplicabilidade da sequência didática, bem como a sua pertinência no desenvolvimento da ACT, as compreensões de risco e o potencial de contribuir para a formação cidadã.

Até esse momento do encontro houve resistência por parte de alguns cursistas em dialogar de forma mais livre sobre as atividades propostas na sequência didática. Ao percebermos isso iniciamos provocações para que trouxessem situações já realizadas por eles em sala de aula e que pudessem estabelecer relações com o que estávamos propondo na sequência didática e com o referencial teórico em estudo. Essa dinâmica se revelou instigadora para muitos cursistas e o debate começou a tomar consistência. Nesse momento começamos a verificar que alguns desses cursistas estavam mais engajados nas discussões teóricas e realizavam perguntas que mostravam haver compreensão do que estávamos discutindo. Entretanto, outros se mostravam um pouco mais distantes. Esses primeiros constituíram os selecionados para a etapa das entrevistas mencionadas no capítulo anterior e que serão objeto de análise do próximo capítulo.

A seguir e para dar continuidade as discussões apresentamos novos temas que poderiam ser trazidos para a sala de aula e que a sequência didática elaborada poderia inspirar novos estudos. Iniciamos pela questão sobre o Fumo e para isso trouxemos manchetes de notícias, como ilustrado na Figura 10. A partir dessas imagens foi pontuado aspectos positivos associados à economia e ao agronegócio e aspectos negativos como a exposição dos trabalhadores aos agentes contaminantes e os malefícios do tabagismo. Na sequência, foi indagado aos participantes se os agricultores envolvidos no plantio de fumo têm a dimensão dos riscos aos quais estão expostos, se possuem condições de avaliar sob outras perspectivas que não seja a econômica.

Figura 10 - Imagens utilizada no curso de extensão sobre a problemática do Fumo.



Fonte: Autora, 2021.

Uma das participantes relatou sua vivência, uma vez que atua como docente em uma pequena cidade onde a economia está majoritariamente voltada a agricultura. A professora relatou que “os estudantes dizem que os familiares não utilizam Equipamentos Proteção Individual (EPI’s) na lida do campo, alega, que a curto prazo não há consequências, e que não pensam no que pode acontecer a longo prazo” e pondera que “acredito que mesmo se eles tivessem a dimensão do risco, mesmo assim optariam por continuar”.

A partir disso foi questionado se o conhecimento desses agricultores é genuíno, se são verdadeiramente cientes dos malefícios, se mesmo com essa compreensão permaneceriam, ou se em última instância eles não acreditam nos males sobre os quais são alertados.

O participante B comentou: “acredito que essas situações estejam associadas a falta de conhecimento, duvidam do conhecimento teórico e acreditam nos saberes do senso comum e da experiência”. Outro colega trouxe o exemplo do seu pai, que trabalhou no cultivo de tabaco por vinte e cinco anos e sem EPI’s, e aos quarenta e cinco anos de idade foi acometido por um enfisema pulmonar. Salientou ainda que mesmo com essa vivencia seus pais duvidam dos saberes científicos, não considerando os mesmo nas atividades do cotidiano, como a produção de sabão artesanal.

Após foi discutido sobre a monocultura e o desgaste/empobrecimento do solo quando submetido a essa prática, e a importância de se estabelecer debates na sociedade assumindo perspectivas interdisciplinares, pois essa é uma maneira de se obter maior confiabilidade por parte da sociedade.

Sobre o papel do professor, foram elencadas as dificuldades de se questionar aspectos da realidade da sociedade e do senso comum com os alunos em sala de aula, pois em muitos

aspectos isso vai de encontro a prática realizada pelas famílias, e gera descrédito do professor com a comunidade.

Foi citado pelos participantes aspectos da realidade brasileira que conta com uma parcela da população que atribui maior confiabilidade a religião do que a ciência. Fator que contribui para a falta de reflexão sobre a vivência dos sujeitos, aos quais, em geral, não associam, por exemplo, doenças a exposição de agrotóxicos em longo prazo, não levando em consideração as contaminações crônicas.

Foi posto em pauta também a importância de iniciar essas discussões nos anos iniciais, pois nessa fase a crianças tem maior facilidade de questionar e discutir, sendo mais fácil criar a cultura científica. Acerca disso foi levantado o debate sobre a problemática do ensino de Ciências nos anos iniciais, sendo favorecido nessa fase o ensino da Língua Portuguesa e a Matemática.

Na continuidade foi apresentado aos participantes a notícia que mencionava a posição do Brasil nas ações de combate ao tabagismo tendo em vista a questão econômica. Acerca disso foram elencadas as habilidades que o sujeito precisa ter para entender essa notícia, e se o mesmo conseguiria vislumbrar aspectos éticos, científicos, de saúde pública, econômicos e outros que estão intrínsecos. A partir disso, foi indagado se a ACT como proposta por Fourez (1997) contribuiria para dar aos alunos condições de entender situações como a exemplificada, e ainda se a sequência didática tem potencial para desenvolver habilidades associadas a tal comportamento.

Por fim, foi apresentado, de forma mais breve em virtude do tempo, outros dois temas que podem prover debate em sala de aula: Energia Nuclear e Viagem à Marte. Nesse contexto foi mencionado o quanto um sujeito precisa compreender de ciência para entender e se posicionar diante de notícias com esses temas. Com isso indagando e seguindo o exemplo anterior, se a sequência didática e, em especial os atributos de Fourez, tem potencial para desenvolver habilidades que geram condições de o sujeito compreender e se posicionar futuramente em questões como as exemplificadas.

Uma participante salientou a importância do trabalho da Energia Nuclear, o quanto os estudantes são curiosos em relação ao tema, bem como a quantidade de material disponível (filmes, series...) acerca do tema. E outra colega pontuou a importância de desmistificar aspectos da radioatividade mostrados pela ficção. Também foi sugerido, por uma das participantes, algumas leituras sobre o bem e o mal da ciência, entre as sugestões o livro 'Uma breve história da humanidade' do autor Yuval Harari, apontando a importância dos sujeitos

terem condições de visualizar os benefícios e os maléficis da ciência e da tecnologia, condição que só a autonomia e o domínio são capazes de gerar no sujeito.

Em seguida e antes dos agradecimentos finais, foi solicitado que todos respondessem no decorrer da semana o questionário que havia sido enviado referente a avaliação da sequência didática. Foi chamado a atenção para a importância de responderem em função da pesquisa em desenvolvimento. Além disso, foi ressaltado que em função de critérios estabelecidos pela própria pesquisa, alguns seriam convidados a participar de uma entrevista, uma vez que não teríamos condições de entrevistar a todos.

Para finalizar proferimos os agradecimentos pela participação e envolvimento de todos e deixamos a palavra em aberto. Apesar do tempo já estar ultrapassando quase uma hora do previsto para a conclusão desse último encontro, ainda tivemos tempo para que muitos se manifestassem em relação ao curso, ao que teceram elogios e agradecimentos. Finalizamos o curso com a promessa de que faremos outras versões para trazer novas propostas didáticas envolvendo temas polêmicos com o apresentado.

O questionário respondido pelos cursistas, o conteúdo das entrevistas e os registros que realizamos no decorrer dos encontros e que foram reforçados na observação das videograções, são objetos de análise deste estudo e constituem o próximo último capítulo da tese.

6 O QUE REVELAM OS DADOS

O presente capítulo destina-se à análise dos dados produzidos por meio dos instrumentos selecionados e apresentados anteriormente. Esta análise toma como referência a Análise Textual Discursiva (ATD) na perspectiva de Moraes e Galiazzi (2006; 2011), trazendo categorias estabelecidas *a priori* pelo referencial teórico e tidas como foco da investigação, e, ao mesmo tempo, categorias que se configuraram a partir dos dados produzidos, denominadas de “emergentes”. Iniciamos o capítulo apresentando as especificidades teóricas dessa abordagem de análise e, na sequência, apresentamos as categorias e subcategorias de análise. Após essa identificação inicial, passamos ao processo de análise dialogando com o referencial teórico estabelecido para o estudo.

6.1 Análise Textual Discursiva na voz de seus proponentes

Essa abordagem de análise e discussão dos dados produzidos “transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 118). Para os autores, essa forma de analisar os dados é rica quanto ao espaço interpretativo possibilitado para o pesquisador.

A análise textual discursiva tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 118).

Para realizar a ATD, Moraes (2003) propõe três etapas: desmontagem dos textos (desconstrução e unitarização); estabelecimento de relações (categorização); captação do novo emergente (compreensões atingidas). A primeira etapa inicia com a leitura dos dados/textos, a qual precisa ser orientada por um conjunto de pressupostos baseados nos conhecimentos e nas teorias que alicerçam a pesquisa. Esse contato com os dados leva à esperada construção de sentidos e significados. A segunda etapa ocorre após a leitura e é dada pela determinação e delimitação do *corpus*, ou seja, os dados que efetivamente serão analisados. A seguir, realiza-se a desconstrução e a unitarização, que consistem de um processo de desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes que dão origem às unidades de análise ou unidades de significado/sentido (baseadas na teoria que orienta a pesquisa). Após, é dado início à etapa de envolvimento e impregnação, na qual é possibilitada uma desorganização dos materiais de

análise, com impregnação intensa com os fenômenos investigados, e a emergência de novos significados (MORAES, 2003).

Na etapa seguinte se efetiva o estabelecimento de relações. Nesse momento, tem início o processo de categorização, que, por sua vez, consiste no agrupamento dos elementos semelhantes. Sobre isso, Moraes (2003, p. 97) diz:

A categorização, além de reunir elementos semelhantes, também implica nomear e definir as categorias, cada vez com maior precisão, na medida em que vão sendo construídas. Essa explicitação das categorias se dá por meio do retorno cíclico aos mesmos elementos, no sentido da construção gradativa do significado de cada categoria. Nesse processo, as categorias vão sendo aperfeiçoadas e delimitadas cada vez com maior rigor e precisão.

As categorias podem ser criadas pelo método dedutivo, no qual as propostas se dão *a priori*, e se busca organizar os dados produzidos dentro das categorias previamente definidas. Tal método consiste na criação de categorias de acordo com o *corpus* de análise construído, ditas emergentes, o que, dito de outro modo, significa que este se trata de um método no qual a criação de categorias exige que os dados sejam integrados “num processo de auto-organização em que, a partir de um conjunto complexo de elementos de partida, emerge uma nova ordem” (MORAES, 2003, p. 198).

Também podem ser usados métodos combinados para criar as categorias (MORAES, 2003), opção do presente estudo. Para isso, partimos de elementos ou denominações estabelecidos *a priori* e dadas pelo referencial teórico e identificamos ao longo da leitura dos dados a existência de outras categorias que foram consideradas emergentes dessa análise, como abordaremos na próxima seção.

Após tais definições, se faz necessário avaliar suas propriedades. Esse é um ponto de divergência entre autores, conforme pontuado por Moraes (2003, p. 199), entretanto, alguns critérios são comuns entre diferentes estudiosos do tema, tais como o fato de que as categorias precisam dar condições para atingir os objetivos demarcados na investigação e necessitam de certo grau de homogeneidade (MORAES, 2003).

Independentemente do método pelo qual foram criadas, as categorias são sempre respaldadas por um referencial teórico, no qual o pesquisador se apoia para interpretar os dados e construir argumentos acerca do estudo. Após essa criação, o pesquisador precisa discutir, com rigor, os dados disponíveis, a fim de sustentar sua investigação e seus próprios dados. Além disso, o pesquisador tem a função de estabelecer relações entre as categorias, a fim de dar sentido ao todo investigado. Nas palavras de Moraes (2003, p. 201): “Pesquisar e teorizar passa

a significar construir compreensão, compreender esse nunca completo, mas atingido por meio de um processo recursivo de explicitação de inter-relações recíprocas entre categorias, superando-se a causalidade linear e possibilitando uma aproximação da complexidade”.

Após o processo de desconstrução do texto inicial para o agrupamento em categorias, e o entrelaçamento delas a fim de se construir um novo texto – o qual agrega as compreensões do investigador acerca da pesquisa –, atinge-se a última fase do ciclo, “Captando o novo emergente: expressando as compreensões atingidas”. O resultado final da ATD é um metatexto, o qual expressa os sentidos e significados captados pelo autor a partir do *corpus* analisado, bem como a argumentação desenvolvida pelo pesquisador, ou, como aponta Moraes (2003, p. 205):

A produção de um metatexto descritivo-interpretativo, uma das formas de caracterizar a análise textual qualitativa, constitui-se num esforço em expressar intuições e novos entendimentos atingidos a partir da impregnação intensa com o corpus da análise. [...] É um movimento sempre inacabado de procura de mais sentidos, de aprofundamento gradativo da compreensão dos fenômenos.

Todo esse processo requerer validação, que se dá quando o *corpus* é representado, quando se tem rigor em todas as etapas da análise, quando há um esforço constante do investigador para interpretar o ambiente e os dados de pesquisa, e quando o autor expressa a dinâmica da realidade estudada e a descreve com precisão e rigor interpretativo, lançando mão do referencial teórico.

De uma forma sucinta, mas bastante explicativa, Moraes e Galiazzi (2006, p. 117) resumem a ATD como:

Um processo que se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização. Neste processo reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise. A análise textual discursiva tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. Este processo todo gera meta-textos analíticos que irão compor os textos interpretativos.

Por meio do estudo da ATD, identificamos um potencial promissor para analisar e discutir os dados produzidos no estudo, seu caráter eminentemente interpretativo é de grande

valor na pesquisa qualitativa no campo educacional, no qual o objetivo maior é compreender o processo e não o resultado.

6.2 As categorias de análise: definições

O *corpus* produzido durante a pesquisa foi dado por meio dos instrumentos utilizados para sua produção (já descritos em seções anteriores deste trabalho). As categorias do estudo foram dadas *a priori*, considerando o objetivo e o referencial teórico do estudo, todavia, o uso da ATD possibilitou uma interpretação mais rica, inclusive apontando a presença de outras categorias, dadas como emergentes. Segundo Moraes (2003, p. 198), essas categorias emergentes “são construções teóricas que o pesquisador elabora a partir das informações do *corpus*. Sua produção é associada aos métodos indutivos e intuitivos.

A análise dos dados segue os passos apontados por Moraes (2003), de modo que, após a coleta, procedemos à leitura minuciosa do material escrito e, na continuidade, a escuta das videogravações, selecionando os registros que demonstrassem manifestações em sintonia com as categorias estabelecida, ou com as novas que poderiam se revelar emergentes no conjunto de dados analisados.

Após essa seleção inicial do *corpus* ter sido separado por unidades de sentido, lançamos mão da categorização que, embora já estejam dadas *a priori*, necessitam ser identificadas nos materiais e, por fim, interpretamos os dados à luz do referencial teórico, discutindo e construindo uma argumentação que pudesse ser plausível acerca do estudo realizado, findando-se na produção do metatexto.

O Quadro 11 apresenta as fases da ATD que conduziram o processo de elaboração dos metatextos e a identificação das categorias emergentes. As categorias dadas *a priori* tiveram como origem o questionamento central do estudo: Quais as contribuições de uma proposta de ensino que articula a ACT com as discussões de Sociedade de Risco na busca por promover uma formação cidadã a estudantes do Ensino Médio? E, na sequência, o Quadro 12 apresenta o detalhamento das categorias anunciadas para o estudo.

Quadro 11 - Fases da ATD e categorias de análise do estudo.

<i>Corpus</i>	Análise dos dados produzidos a partir dos três instrumentos utilizados para produção dos dados: questionário, entrevistas e registros da pesquisadora.
Unitarização	Unidades de sentido associadas a ACT, Sociedade de Risco, Formação Cidadã, Percepção pública e entendimento da ciência.
Categorização	Agrupamento dos elementos semelhantes, com três categorias <i>a priori</i> e duas categorias emergentes.

Categorias <i>a priori</i>	Categorias estabelecidas considerando o objetivo e o referencial teórico do estudo (ACT, Consciência dos Riscos, Formação Cidadã).
Categorias emergentes	Categorias que se revelaram emergentes no conjunto de dados analisados (Interdisciplinaridade e Enfrentamento ao obscurantismo Científico).

Fonte: Autora, 2021.

Quadro 12 - Detalhamento das categorias de análise do estudo.

Categorias		Descrição
<i>A priori</i>	Atributos da ACT	Autonomia A autonomia está vinculada à capacidade do sujeito de se posicionar racionalmente quando se depara com situações problemáticas. Tal comportamento sobrepõe a condição de um mero seguidor de receitas dadas por especialistas, reduzindo a sua dependência em relação a eles.
		Domínio O domínio está associado à dimensão do conhecer, e atrelado ao saber-fazer e ao poder-fazer, possibilitando a construção de sentido da teorização. Trata-se da maneira como se dá a compreensão social e individual do saber da ciência e suas implicações na sociedade, fator que permite ao cidadão comum se posicionar frente a decisões que envolvem ciência e tecnologia, sem ficar unicamente à mercê dos especialistas.
		Comunicação A comunicação representa o meio pelo qual se torna possível compartilhar com grupos/sociedade situações da vivência do sujeito, pontos de vista e posicionamentos. Dentro da comunicação, encontra-se a habilidade do indivíduo de construir teorias, o que demanda compreender palavras, concepções e estruturas de representações que possibilitam comunicar aos pares a compreensão/o ponto de vista do sujeito.
	Consciência dos riscos O contexto contemporâneo impõe aos sujeitos riscos com dimensões incalculáveis, os quais não podem ser mencionados com uma precisão de espaço e de tempo. Nesse cenário, o desenvolvimento científico-tecnológico é um fator de grande geração de impacto e riscos sociais. Diante disso, ter consciência de risco é compreender esse aspecto que a sociedade atual apresenta. Ou seja, é ter consciência e previsibilidades dos riscos ao analisar uma situação real.	
	Formação cidadã A formação cidadã defendida está associada à capacidade de compreender e interagir na sociedade contemporânea de maneira lúcida e autônoma. Concebe-se cidadania, aqui, como o direito ao conhecimento, à comunicação, à aprendizagem ao longo da vida. Valoriza-se, nessa perspectiva, a relação cidadania e conhecimento, bem como as relações éticas, sociais, políticas e econômicas.	
Emergente	Interdisciplinaridade A interdisciplinaridade está associada à gama de variáveis das quais um sujeito lança mão para entender uma dada situação ou problemas. Ou seja, relaciona-se a importância e a necessidade de o sujeito buscar conhecimento de diferentes áreas e avaliar o quanto essas influenciam para o entendimento de uma situação real.	
	Enfrentamento ao obscurantismo científico O enfrentamento ao obscurantismo científico é associado ao combate do negacionismo, à falta de confiança e ao demérito do conhecimento científico. Trata-se de evitar a negação ou a recusa em aceitar o conhecimento científico.	

Fonte: Autora, 2021.

Passamos à análise dos dados considerando as categorias anunciadas *a priori* e as emergentes. Para tanto, procedemos ao uso de: representação por meio dos gráficos quando se trata das respostas fornecidas nos questionários; recortes do registro da pesquisadora quando se refere à análise dos encontros; e fragmentos de fala dos professores cursistas quando se refere às entrevistas. Em relação a esses dois últimos, procedemos à adoção de correções de linguagem quando pertinentes e como forma de fluir a leitura. Sobre isso, Duarte (2004) menciona que as

falas podem e devem ser editadas de maneira a preservar sua essência, mas também se revela pertinente retirar elementos (cacoetes, falas incompletas...) que deixam a leitura mais cansativa.

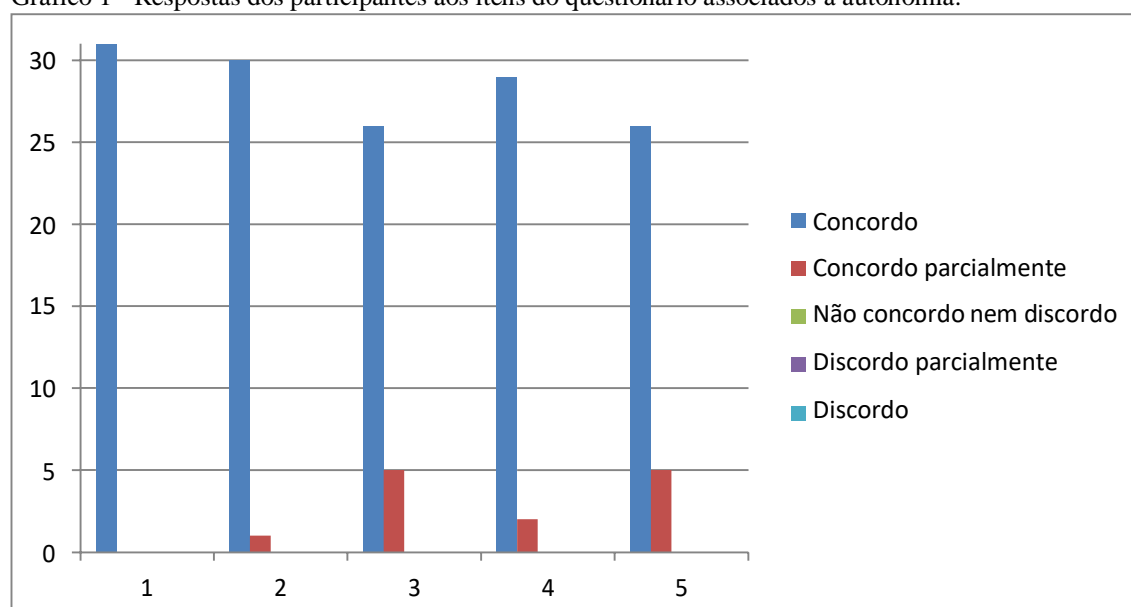
Além disso, anunciamos que as falas e os registros estão representados em itálico ao longo do texto, e, ainda, identificados: no caso do diário, pela expressão “diário de bordo”, seguida da data; e, no caso das entrevistas, pela letra “P”, primeira letra da palavra “Professor”, seguida de um número que inicia em “1” e acaba em “10”. A distribuição do código numérico acompanhou a ordem das entrevistas e o uso dessa identificação tem o intuito de diferenciar os participantes. Em termos de gênero, as entrevistas envolvem sete professoras e três professores, entretanto, utilizamos ao longo do texto o gênero masculino para fazer referência a qualquer um dos entrevistados.

6.3 Atributos da ACT

Essa categoria compreende os três atributos mencionados por Fourez (1997), constituindo-se em subitem dessa seção, quais sejam: *autonomia*, *comunicação e domínio*. Esses foram amplamente discutidos ao longo desta tese e embasaram a elaboração da sequência didática e sua avaliação na voz dos professores-cursistas. Cada um dos atributos foi indagado por meio de itens específicos e foi contemplado na sequência didática de forma distinta.

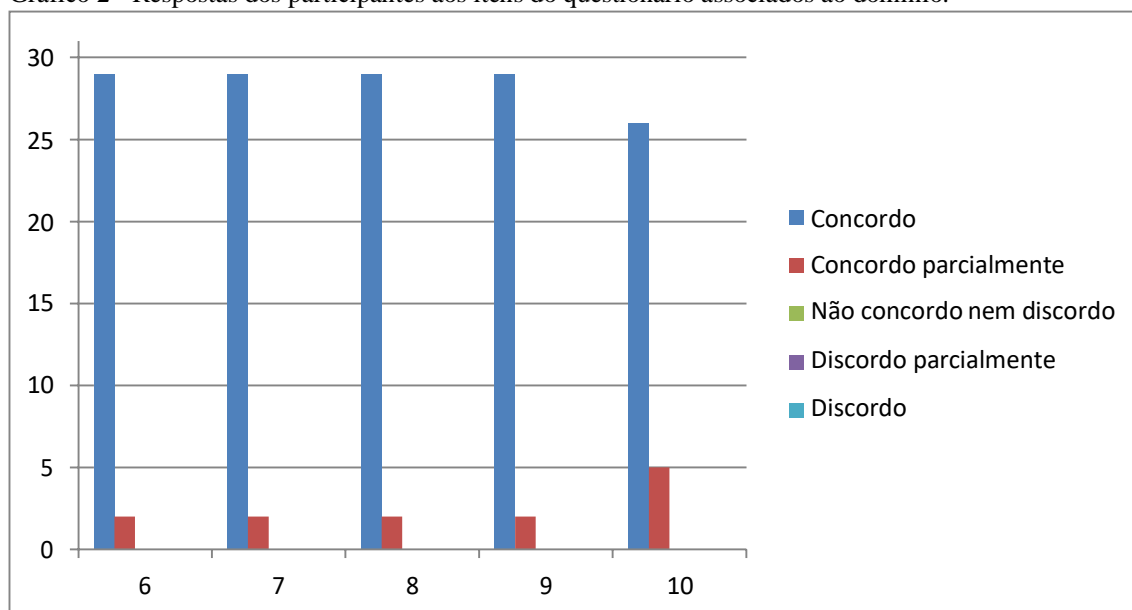
Como resposta aos itens elencando no questionário (Apêndice A), tivemos a indicação de que a proposta contempla tais aspectos, tal como pode ser visualizado nos gráficos 1, 2 e 3.

Gráfico 1 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados à autonomia.



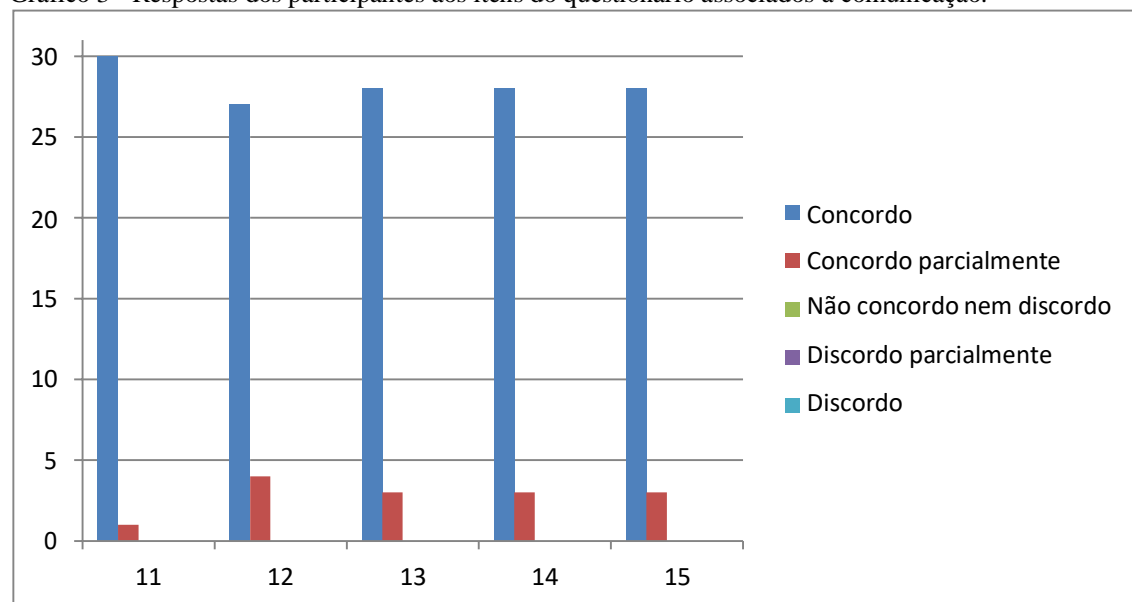
Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Gráfico 2 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados ao domínio.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Gráfico 3 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados à comunicação.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Os indicativos apontados nos gráficos podem ser identificados em passagens nos registros do diário da pesquisadora e nas entrevistas. Nos registros, são reconhecidos os momentos de debate sobre aspectos como a construção da ciência. Fourez (1997) discute a importância de os estudantes compreenderem a história e o percurso da construção dos conhecimentos científicos para tornarem-se alfabetizados científica e tecnologicamente. No diário da pesquisadora, esse aspecto é identificado em passagens como a do segundo encontro do curso:

A respeito da construção do conhecimento científico e do ensino de Ciências uma das participantes pontuou que a escola/professor em geral constrói um fazer pedagógico baseado em perguntas com respostas prontas e únicas e isso remete junto ao estudante uma falsa imagem que de todas as perguntas precisam ter uma respostas previamente elaborada, quando na verdade o percurso de construção do conhecimento científico se dá por perguntas sem respostas, esse é o limite do conhecimento e é dessa forma que a Ciência avança. Nesse viés a participante destaca a importância de utilizar na escola questões que conduzem ao pensamento, bem como discutir o processo de construção do conhecimento recorrendo a abordagens históricas como episódios presente nos relatos da história da Ciência (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021)

Nas entrevistas, esse aspecto também é referenciado na fala de P4:

O aluno precisa ter a consciência que um conceito não surge do nada, que ele tem uma história de construção, e que não está tudo pronto, mas constantemente é aperfeiçoado. Eu acredito que a tua sequência contempla muito bem isso, consegue fazer essa relação histórica e mostrar a ciência como um conhecimento em construção e não pronto, acabado.

Esses dois momentos exemplificam que a sequência didática vai ao encontro das proposições de Fourez (1997), que menciona que a história da ciência é uma possibilidade de aproximar a ciência das humanidades por meio do contexto da produção científica e dos os elementos que impulsionam o desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

A menção realizada por P4 evidencia que as atividades propostas no material elaborado conseguem projetar, para os estudantes da Educação Básica, discussões que vão além de demonstrar grandes fatos e eventos científicos de sucesso. Além disso, elas põem em pauta contextos sociais, econômicos e políticos que envolvem o fazer dos cientistas e geram consequências a toda sociedade, nem sempre totalmente positivas.

Nesse mesmo viés, durante o curso, veio à tona o debater sobre Energia Nuclear, quando foram debatidos aspectos positivos e negativos da ciência e da relevância dessas ponderações na escola. O registro da pesquisadora ilustra essa presença ao fazer menção à intervenção de um dos professores presentes no curso:

Nessa discussão [Energia Nuclear] o cursista pontuou que a ciência nunca 'anda' sozinha, mas está atrelada a aspectos de desenvolvimento econômico, social, político ou a interesses de determinados grupos, enfatizando que a energia nuclear é um exemplo de que há aspectos bons e ruins e isso precisa ser debatido em sala de aula, mas, que, sobretudo, as pesquisas associadas a essa energia estão associadas a interesses de natureza econômica e política e isso precisa ser trazido aos alunos (DIÁRIO DE BORDO, 19/10/2021).

Esses aspectos possibilitam que os estudantes vislumbrem a ciência como uma construção humana e que se desenvolve atrelada a interesses de determinados grupos, aspectos amplamente defendidos por Fourez e Mathy (1997a) para a construção da ACT. Essa dimensão

também é evidenciada no discurso dos professores durante as entrevistas, como identificamos nas falas de P5, P6 e P10, respectivamente:

Considero tua sequência como válida; primeiro porque ela aborda diferentes concepções, contemplando todos os aspectos econômicos, sociais, ambientais (P5).

Acredito que conhecer como a ciência se desenvolve e como ela se relaciona com o mundo e com a sociedade e sua história, contribuir para desmistificar a ciência como propulsora do bem comum, alertando para um processo de construção do conhecimento com seus riscos e benéficos, assim como seus percalços e avanço e que tudo está atrelado aos interesses políticos e econômicos (P6).

A sequência didática não é tendenciosa, mas remete a aspectos extremamente reflexivos e de entendimento da Ciência e de como ela pode ser abordada de forma a promover aspectos que levem os alunos a serem mais críticos e cautelosos com o que é divulgado, especialmente pela mídia, destaco a questão do debate econômico e político que ela instiga (P10).

Esse aspecto de compreensão histórica e teor ideológico presente na ciência é relevante para o sujeito compreender a ciência que está no seu entorno. Esse entendimento possibilita aplicar saberes científicos para entender e resolver problemas do mundo real e, para além disso, vislumbrar a dimensão das situações práticas que, por sua vez, são de natureza interdisciplinar. Essa é a defesa de Fourez (1997), uma educação científica contextualizada e associada a construções históricas, fruto de respostas às questões impostas pelo mundo, pela sociedade, pela natureza, bem como pelas tecnologias. Assim, é possível avistar a intrínseca relação entre o anunciado e defendido por Fourez (1997) e as manifestações dos professores em relação à sequência didática elaborada.

Essa construção dialógica sobre a história e o desenvolvimento da ciência proposta por Fourez (1997) e oportunizada na sequência didática contribui para o desenvolvimento da autonomia dos sujeitos, aqui entendida como a capacidade do sujeito de se posicionar racionalmente quando se depara com situações problemáticas, como discorrido na seção 3.3. Esse atributo – *autonomia* (o qual aparece no Gráfico 1 e na fala dos entrevistados) – se revelou presente na sequência didática, assim como foi objeto de discussão no curso de formação (extensão universitária). Sobre isso, nas entrevistas, P2, P5, P7, P8 e P10 manifestaram:

Eu acredito que a sequência didática está bem estruturada para trabalhar, tornando o aluno autônomo no próprio processo; ela está bem diversificada com temas que trazem uma maior capacidade de o aluno ter escolhas, tem vários recursos para abrir o olhar dos alunos (P2).

A questão da autonomia pode ser visualidade na tua sequência didática, ela é muito bem elaborada, e as questões que são levantadas aos estudantes, sejam as individuais ou as em grupo, a questão da fonte de pesquisa, se refere à opinião, cópia ou uma resposta reconstruída pelos estudantes a partir das informações que ele buscou (P5).

Quanto à autonomia, a interdisciplinaridade e as caixas pretas, eu acredito que as atividades da sequência didática – vídeos, textos, trabalhos em grupo – favorecem esses quesitos, pois eles estarão em contato direto com especialistas (P7).

Os exemplos usados são bem do dia a dia deles, e mostra o quanto o conhecimento científico é importante para tomar decisões no cotidiano, inclusive suscitando aspectos de risco e demonstrando a importância da autonomia de buscar o conhecimento, já que mostra que a Ciência está avançando constantemente, e que após sair da escola ele terá que ter condições de buscar novos conhecimentos para entender várias coisas ao seu redor. A sequência dá um 'start' nesse sentido (P8).

Eu acho que a sequência está bem engajada na questão de entrelaçar as temáticas interdisciplinares, com conteúdos de várias áreas, e instiga a buscar especialistas. E nisso aparece a autonomia, pois quando ela instiga, deixa com vontade de seguir em frente, de buscar conhecimento, de conversar sobre o assunto, isso conduz a autonomia. A sequência gera esse estímulo a assunto científicos, e isso é autonomia (P10).

Os trechos apresentados destacam aspectos da sequência didática que contribuem para o desenvolvimento da *autonomia* e a ponderação do professor P10 estabelece uma relação entre ela e a desejo pelo conhecimento, fazendo referência a um processo de ensino-aprendizagem que faça sentido ao estudante, o que perpassa pelo aspecto da interdisciplinaridade, quesito que associamos à autonomia, bem como é uma das premissas o para o desenvolvimento do domínio.

O atributo *domínio*, na perspectiva de Fourez (1997), está associado a maneira como se dá a compreensão social e individual do saber da ciência e suas implicações na sociedade. Essa foi uma das finalidades perseguidas na sequência didática e que, de acordo com as respostas do questionário avaliativo apresentadas no Gráfico 2, foi contemplada, e também encontrou respaldo nas discussões presentes nos encontros e nas entrevistas.

Durante o curso, a relevância do domínio acerca dos saberes ficou evidenciada tanto nas discussões sobre ACT e sua importância na tomada de decisão dos sujeitos quanto no encontro em que aconteceu a participação da convidada - bióloga. O debate no qual a especialista apresentou a questão sob seu ponto de vista profissional mostrou o quão vital é ter domínio do conhecimento a partir de diferentes perspectivas. Em um contexto geral, esse cenário evidenciou que os especialistas nos ajudam a ter mais elemento na tomada de decisão. Nesse dia, entre outros aspectos, foi abordada a questão da contaminação da água pelos agrotóxicos utilizados nas lavouras e outros, o que de certa forma acaba por contaminar os alimentos, mesmo os orgânicos, e isso ocorre especialmente no momento em que eles são lavados. No diário de bordo da pesquisadora essa passagem ficou assim expressa:

O cursista relatou que é assustador os dados pontuados pela bióloga e que são revelados pela empresa que realiza o saneamento básico, a Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN. Os dados mostram a necessidade de refletir sobre os

níveis de agrotóxicos presentes na água que são contaminados pelo uso dos Agrotóxicos e que acabam chegando até as residências. A bióloga questionou a prescrição de uma nutricionista ao indicar a necessidade de ingerir 4 litros de água ao dia, sem, contudo, mencionar que a água da Corsan está contaminada por Agrotóxicos (DIÁRIO DE BORDO, 05/10/2021).

Diante dessa ponderação, se deu sequência ao assunto avaliando como seria um debate com a participação de diferentes profissionais acerca de uma alimentação saudável, confrontando a posição de um nutricionista, de um agrônomo, de um biólogo, entre outros profissionais. A partir das perspectivas desses especialistas, se tornaria importante uma ACT para que os sujeitos tivessem condições para tomar uma decisão consciente. Ainda nesse mesmo relato do encontro, a pesquisadora registra: *“Esse momento de discussão foi finalizado com a colocação de que a AC passa pelo conhecimento e sem o conhecimento não é possível a tomada de decisão”* (DIÁRIO DE BORDO, 05/10/2021).

O *domínio* também é reverberado em duas colocações presentes nas entrevistas, relativas respectivamente às falas de P1 e P9: *“A sequência deixa claro a relevância do conhecimento científico para tomar uma decisão”* (P1) e *“a importância do domínio permeia toda a SD”* (P9). Tais colocações evidenciam que o material elaborado consegue exprimir o valor do conhecimento para a ACT, sendo essa condição fundamental para que o sujeito consiga estabelecer aproximações entre a teoria e situações reais, tomar decisões, assumir posicionamentos, para participar de debates com a habilidade de negociar, articular saberes, diferenciar argumentos de caráter ético, político ou técnico (FOUREZ, 1997).

Ainda dentro do atributo *domínio*, essas colocações permitem apreciar as considerações docentes durante as entrevistas, como manifestado por P5: *“[...] a ordem das questões favorece a construção de respostas científicas”* (P5); e, por P9: *“tem potencial de mostrar aos alunos fontes de acesso ao conhecimento, isso considero muito importante”* (P9). Tais aspectos associam-se ao que Fourez (1997) dimensiona como saber-fazer e poder-fazer, sendo atrelados à capacidade dos sujeitos de buscar informações ao longo da vida e de apropriar-se destas, construindo novos conhecimentos.

Durante o último encontro do curso, abordou-se o processo de desmistificar aspectos da ciência, e, nessa ocasião, alguns participantes trouxeram exemplos de seriados que abordam elementos fictícios da ciência e ponderaram sobre o quanto isso impacta nos alunos – e provavelmente na população adulta – e sobre o quanto é importante trazer esses exemplos para a sala de aula e analisá-los à luz do conhecimento científico. No diário da pesquisadora, é perceptível que o tema foi debatido e que está imbricado com o processo de ACT, especialmente

no que concerne ao domínio. Nesse sentido, esse momento é assim exemplificado pela pesquisadora:

Ainda sobre a questão da energia nuclear foi suscitado sobre a percepção irreal que muitos estudantes trazem sobre a temática, associando a elementos da ficção, e construindo compreensões errôneas e totalmente desvinculadas da Ciência. A essa situação o cursista assinala que, não discutir esses aspectos em sala de aula, desmistificando e contemplando com o genuíno conhecimento científico conduz a compreensão de significados totalmente equivocado do percurso científico (DIÁRIO DO BORDO, 19/10/2021).

Essas ponderações evidenciam a presença do atributo *domínio* no material elaborado e destacam o quão crucial é o conhecimento científico para o sujeito no cenário contemporâneo. Isso ganha mais relevância quando se evidencia que a compreensão do mundo passa pelo domínio de saberes da ciência e pela sua identificação com os diferentes segmentos presentes na sociedade (FOUREZ, 1997).

O terceiro atributo apresentado no Gráfico 3 é a *comunicação*, associada à capacidade de o sujeito compartilhar com grupos/sociedades situações da sua vivência, pontos de vista e posicionamentos, bem como as habilidades do indivíduo de construir teorias, que requer a compreensão de palavras, concepções e estruturas de representações. A comunicação possibilita ao sujeito a participação em diálogos – seja com especialistas, seja com seus pares na profissão –, o que faz com que ele não seja um mero seguidor de receitas. Sobre esse atributo, as respostas do questionário qualificam que a sequência didática alcançou o objetivo de provocar o desenvolvimento de habilidades associadas à comunicação. Manifestações apresentadas durante o curso e nas entrevistas associam-se aos dados do questionário.

No terceiro encontro, ao discutir acerca da sequência didática, um cursista lança mão de uma reportagem que identificou como sendo de autoria de um especialista na área. Essa fala foi assim registrada pela pesquisadora:

Após ser pontuado sobre essa reportagem [Alto índice de agricultores gaúchos com câncer põe agrotóxicos em xeque] a discussão teve continuidade sobre o avanço de algumas doenças e crescimento do número de crianças que são diagnosticadas com Autismo [...]. Acerca disso foi apontado pelos cursistas algumas pesquisas e artigos relacionando isso ao aumento do uso de agrotóxico [...] o cursista relatou sobre uma produção realizada por um grupo de médicos do hospital da sua cidade, fazendo alusão aos especialistas que Fourez (1997) propõe (DIÁRIO DE BORDO, 28/09/2021).

Uma importante habilidade dentro da comunicação é a do sujeito perceber quando é necessário chamar um especialista e saber dialogar com ele. A situação trazida do registro do

diário da pesquisadora remete a essa situação, na qual há necessidade de saber buscar o conhecimento, encontrar fontes confiáveis e poder dialogar com os experts sobre o tema em discussão. No caso, significa saber aprofundar a relação apontada no artigo escrito por médicos, identificando o que há de comum entre o uso de agrotóxicos e o nascimento de crianças com autismo. Esse aspecto de saber se comunicar e a necessidade de buscar argumentos para discutir o tema fica evidenciado no terceiro encontro.

Conforme a fala de alguns participantes das entrevistas, a diversidade de tipos de atividades propostas ao longo da sequência didática contribui para desenvolver a comunicação. Isso é evidenciado nas manifestações de P1, P4, P6 e P9:

Eles [estudantes] têm a oportunidade de desenvolver a comunicação em vários momentos, desde a interação com a nuvem da palavra, com os trabalhos em grupo, nas entrevistas com os agricultores, nos momentos de leitura de texto, trabalho com as imagens e nos debates. Nesse processo de interação eles têm a possibilidade de transformar as informações em conhecimento e, além disso, possibilita que eles percebam a necessidade de buscar informações e não apenas de emitir suas opiniões sem conhecimento do assunto (P1).

[A sequência didática] contribui para a comunicação ao propor trabalhos em grupo, apresentações, debates, a nuvem de palavras. Todas essas ações oportunizam o aluno se expressar e de certa forma, a verificar seus conhecimentos ou a falta deles. Ainda as atividades são de caráter investigativo, o que faz o estudante explorar, buscar, apresentar. A sequência trás, em vários momentos, a oportunidade para o estudante se expressarem e construírem seus argumentos (P4).

A comunicação é favorecida pelo emprego de diferentes tipos de fontes de informações e o trabalho com essas fontes no sentido de interpretar e entender a finalidade. Eu acho que esse é o aspecto mais importante mostrado nessa sequência (P6).

[A sequência didática] em diversos momentos promove a socialização, potencializando a comunicação e a necessidade de buscar e avaliar as informações obtidas (P9).

Saber compreender as diversas formas como as informações e o conhecimento são apresentados se caracteriza como uma importante ferramenta no contexto contemporâneo. Desenvolver a habilidade para que o sujeito possa compreender as informações a que tem acesso por diversos meios e de modo cada vez mais rápido torna-se essencial no sistema educativo, e é imperioso desenvolver a capacidade de avaliar o teor de confiabilidade da informação e de se identificar se há algum caráter ideológico associado. Tal aspecto também é expressado durante as entrevistas na colocação de P7:

A comunicação acho que é a parte mais complicada para eles, mesmo sendo adolescentes em contato constante com a internet, eles têm preguiça de buscar as informações corretas, de identificar uma fonte segura. Para eles poderem fazer isso terá que ter uma orientação mais focada, para eles não se apropriarem da primeira informação que encontram na internet, e aprender a fazer a busca em mais de um site para poder estabelecer comparações entre as informações. Eles em geral não têm o cuidado de buscar informações em mais de um local, de buscar uma informação segura. Esse é um aspecto muito importante, principalmente nesse período de tantas “fake News” (P7).

Nessa colocação, fica explícito o quanto a habilidade da comunicação torna-se relevante à medida que os meios de acesso às informações evoluem, e, nesse cenário, como destacado pelo entrevistado P7, se sobressai o papel do professor, que pode evitar a disseminação de falsas informações.

Nesse sentido, pertinente apontar três manifestações (entrevistados P2, P3 e P5) que expressam o posicionamento dos professores acerca do atributo *comunicação*.

A tua sequência favorece a comunicação, porque para internalizar e externalizar eles precisam compreender e relacionar com o mundo real, e com todos os recursos propostos na tua sequência ela oportuniza esse entendimento (P2).

A sequência didática é muito favorável à questão das imagens e isso chama atenção dos jovens, provocando curiosidade e favorecendo a comunicação. Inclusive no curso foi muito rico os momentos nos quais, sobre uma mesma imagem, vários pontos de vista foram levantados (P3).

A comunicação será desenvolvida se as provocações propostas na sequência didática conseguirem afetar os estudantes ao ponto dele se sentir incomodado com essa situação e instigarem a busca pelas informações e isso se transformar em conhecimento internalizado (P5).

O processo de internalizar o conhecimento passa pela construção de uma teoria própria acerca de uma situação real, conforme Fourez (1997). Esse processo diz respeito ao sujeito buscar as informações, abrir as caixas pretas que julga pertinente, construir argumentos, e elaborar seu próprio entendimento acerca de uma situação. E como última etapa desse processo, é preciso expressar seu ponto de vista e estabelecer diálogos sobre a situação, fatores que, na percepção dos participantes do curso, foram evidenciados como presentes na sequência didática.

Outro material construído junto aos cursistas foi a nuvem de palavras (apresentada no capítulo anterior e que retomamos nesse momento). A Figura 11 apresenta a imagem da nuvem construída no momento inicial do curso, e a Figura 12, a imagem da nuvem construída no último encontro. Essas figuras foram apresentadas no momento do relato dos encontros com os cursistas, todavia, julgamos importante trazê-los novamente nesta etapa da discussão dos dados.

Figura 11 - Imagem da nuvem de palavras elaborada no curso de extensão – primeiro encontro.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Figura 12 - Imagem da nuvem de palavras elaborada no curso de extensão – último encontro.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

As palavras dispostas na nuvem apontam para o entendimento de que o desenvolvimento do curso e as discussões estabelecidas por meio do referencial teórico, além da própria sequência didática, contribuíram para que os professores envolvidos ampliassem suas percepções de AC. Assim, considerando que o trabalho foi desenvolvido com grupo de professores – e que expressiva parte desse grupo concluiu ou está cursando pós-graduação *stricto sensu* –, era de se esperar uma identificação e, em certa medida, um entendimento do tema. Todavia, mesmo nessas condições, identificamos que no último encontro houve avanços em relação à compreensão da ACT, especialmente considerando os atributos anunciados por Fourez.

O termo sociedade não apareceu na primeira elaboração, mas ganhou destaque no segundo construto. Do mesmo modo, inicialmente, não identificamos a presença do termo político. Tais palavras podem ser associação à relevância da compreensão da imagem pública da Ciência para todos os sujeitos da sociedade, como defende Fourez (1997).

As palavras/expressões argumentação, consciência, reflexão, decisões/tomada de decisões podem ser associadas aos atributos *autonomia* e *domínio* em Fourez (1997), aparecem somente ao final do curso. Esses são aspectos que mostram que os cursistas e a própria sequência didática oportunizaram sua identificação. Nessa mesma perspectiva, identificamos o termo cognição, que está associado ao *domínio*.

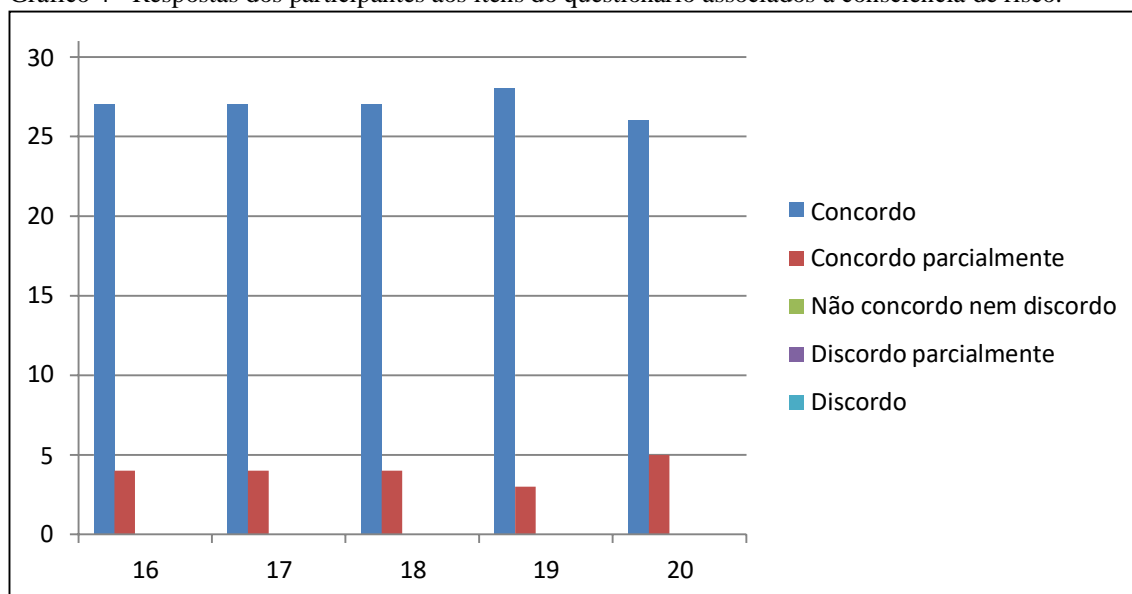
As expressões dispostas na nuvem reafirmam as discussões estabelecidas nessa categoria de análise, permitindo identificar que, à luz da avaliação dos professores, o material elaborado tem potencial para, na perspectiva de Fourez (1997), desenvolver a ACT junto aos estudantes da Educação Básica. Todavia, como será retomado ao final deste estudo, a forma como esse material vai ser utilizado pelos professores pode levar à sua efetividade em maior ou menor alcance em termos da promoção de uma formação cidadã.

6.4 Consciência dos riscos

O aspecto consciência do risco mostra-se em voga no contexto contemporâneo e está trelado às discussões de Beck (2011) sobre a SR, apresentadas no terceiro capítulo desta tese. Essas discussões buscam aproximar a importância do conhecimento científico diante ao cenário incerto que permeia o mundo na atualidade. Baseado nessa relevância, buscamos trazer esse aspecto no material didático elaborado, o que passamos a analisar nesta categoria.

O Gráfico 4 mostra as respostas apresentadas pelos professores durante o questionário (Apêndice A) acerca das assertivas associadas à consciência de risco:

Gráfico 4 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados à consciência de risco.



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Conforme os dados obtidos por meio do questionário, aproximadamente 86% dos respondentes concordam totalmente com as assertivas associadas à consciência de risco, quesitos vinculados à tomada de decisões coletivas, dimensões positivas e negativas dos avanços científicos e tecnológicos, discussões sobre o cenário de modernidade reflexiva e sobre quais são os riscos contemporâneos e a imprevisibilidade deles. Essa perspectiva que os docentes trouxeram ao responder o questionário também é expressa durante o curso e nas entrevistas.

Na discussão da pauta SR, durante o segundo encontro, um participante pontua um aspecto do desenvolvimento da ciência e da tecnologia associando com a incerteza, como pode ser percebido nos registros da pesquisadora:

O professor relata que na sua concepção o cenário inserto é o gatinho para entender como a ciência é feita, e isso sobrealça a importância de discutir na escola básica o caminho percorrido para o desenvolvimento da Ciência (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021).

O mesmo cursista que trouxe esse aspecto para a discussão relatou, durante a entrevista, que

(...) a sequência constrói um caminho de pensamento e independente da escolaridade, ela possibilita discussões na família, e isso é uma construção da ciência que, as vezes, a escola não faz. Isso é construir pensamento científico” (P10, grifo nosso).

Essas duas manifestações do cursista demonstram que a sequência didática busca contribuir para o entendimento da ciência em uma perspectiva mais ampla, permitindo o desenvolvimento de capacidades que os sujeitos contemporâneos precisam para entender situações do mundo real. E, ainda, colabora para ponderar as dimensões do falibilismo da ciência (BECK, 2011) e da importância da reflexividade para compreensão do desenvolvimento científico, abrindo espaço para diferentes interpretações da ciência e dos aspectos a ela relacionados.

A crise na autoridade da ciência é uma realidade a partir do momento em que seu desenvolvimento não é mais associado somente a avanços positivos e ao bem comum (LIMA; NASCIMENTO, 2019). Tal entendimento foi identificado nas discussões estabelecidas durante o curso, quando um dos cursistas pondera que “*conhecer esse percurso [do desenvolvimento científico e tecnológico] permite uma maior confiabilidade na ciência*” (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021).

No curso, o momento de discussão sobre SR oportunizou um diálogo sobre a pandemia vivenciado nos anos de 2020 e 2021, conforme o relatado pela pesquisadora:

Esse debate abriu espaço para colocações a respeito da pandemia da Covid-19 e da vacinação. Alguns cursistas pontuaram sobre a realidade brasileira, e o quanto a questão ideológica prejudicou questões de saúde pública. Foi levantado sobre o uso de máscaras e demais cuidados sanitários, e o quanto o conhecimento da Ciência pode contribuir para atitudes mais conscientes. Por fim, foi debatido sobre a vacina, as dúvidas que são levantadas sobre esse imunizante, o movimento antivacina e o quanto de domínio científico permeiam essas decisões (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021).

Essa realidade que se sobressaiu no momento de pandemia é respaldada em uma das teses de Beck (2011) sobre a ciência na sociedade contemporânea. De acordo com o autor, a sociedade atualmente não vislumbra a ciência como uma proeminente resolvedora de problemas. Essa consideração também é retratada por Lima e Nascimento (2019, p. 590), que mencionam que “a imagem pública da ciência, e dos ideais epistemológicos e sociais que ela inspirava, começou a ruir”. Isso instituiu a percepção de riscos e da insegurança, resultando em “um processo de desmistificação das ciências, através do qual a estrutura que integra ciência, práxis e espaço público passa por uma transformação drástica” (BECK, 2011, p. 236).

Nas entrevistas, essas percepções também foram explicitadas pelos participantes. Na sequência, as respostas dadas por P1, P2 e P4:

Está intrínseco em toda a sequência didática os pontos positivos e negativos da ciência (P1).

A questão da incerteza do conhecimento é retomada em vários momentos da sequência (P2).

A mescla de pontos positivos e negativos favorece para o estudante compreender e tomar decisões que não são totalmente contra ou a favor, mas buscam apontar alternativas para um mundo mais sustentáveis (P4).

Estabelecer os prós e os contras da ciência favorece o entendimento de uma ciência reflexiva (BECK, 2011), contribuindo para um entendimento público da ciência, o que permite aos sujeitos entenderem e participarem de situações e problemáticas que envolvem a ciência de forma fundamentada, crítica e consciente. Tal aspecto foi salientado durante o curso, especialmente quando fora, abordadas atitudes de uma parcela da população sobre os cuidados sanitários e as vacinas:

O momento de discussão sobre a pandemia da COVID-19 foi concluído com a consideração sobre a necessidade de que a população tenha mais conhecimento sobre ciência, apresentando condições de ler uma notícia ou artigo, de forma a compreender, por exemplo, o princípio de eficácia do álcool em gel ou do sabão como higienizante para eliminar o vírus do SARS-CoV-2 das mãos ou mesmo que a população possa e se sinta capaz de compreender a importância da vacina para o bem individual e coletivo. Tudo isso contribuiu para mostrar que as decisões não podem ser pensadas a partir individual, mas sempre coletivas, pois acarreta consequências que vão além do que afeta a cada um (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021).

Nesse fragmento do diário da pesquisadora, vislumbra-se que houve, no decorrer do encontro, uma discussão sobre a importância do entendimento público da ciência no mundo atual, e da relevância disso, até mesmo, para ele compreender que a tomada de decisões em muitos momentos precisa ser analisada na perspectiva da coletividade.

Para finalizar os episódios que foram identificados com a contemplação do quesito consciência de risco entoado pelos docentes, apresentamos excertos das falas nas entrevistas de P7 e P8, respectivamente:

*[...] quanto a isso [risco], acredito que, se a sequência didática for trabalhada nas dimensões que foi proposta, acredito que sim, que o aluno ao chegar no final nesse acompanhamento, **ele será capaz de compreender os riscos**, até porque começa com temáticas básica e avança em complexidade (P7, grifo nosso)*

*Os exemplos usados são bem do dia a dia deles [alunos] e mostra o quanto o conhecimento científico é importante para tomar decisões no cotidiano, inclusive **suscitando aspectos de risco** e demonstrando a importância da autonomia de buscar o conhecimento (P8, grifo nosso).*

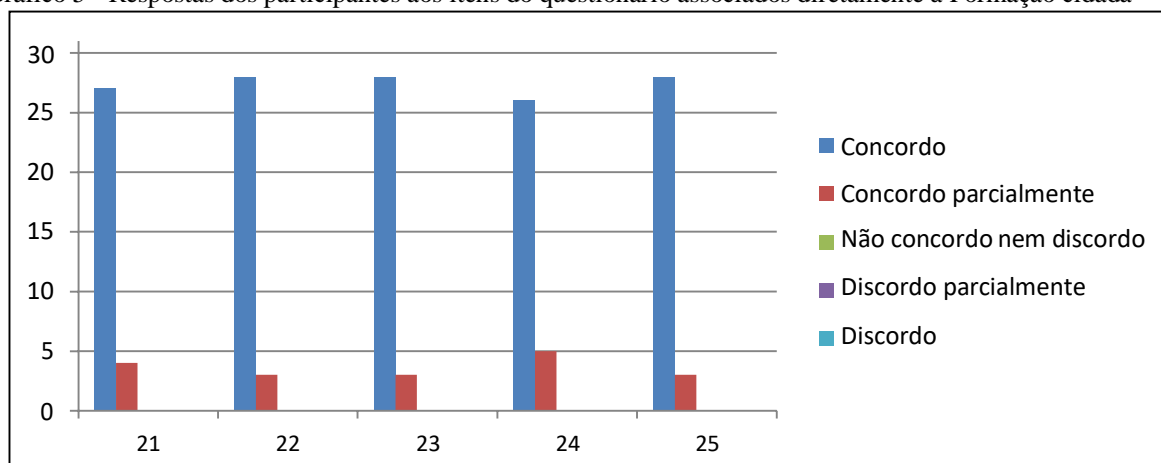
Tais passagens corroboram com as discussões salientadas anteriormente, conduzindo a interpretação de que os aspectos de risco presentes no contexto contemporâneo e atrelados à ciência foram contemplados no material didático elaborado e reverberam na voz dos professores nos instrumentos utilizados no estudo para produção de dados.

6.5 Formação cidadã

A formação cidadã é o objetivo perseguido por este estudo e almejado pela sequência didática, frente à sua estruturação a partir da ACT e SR. Nesse sentido, embora os aspectos indagados e analisados anteriormente pudessem fornecer elementos para a discussão sobre sua contribuição para a formação cidadã, resolvemos, a partir do discutido na qualificação do projeto de tese, salientar tal aspecto trazendo pontos específicos de seu entendimento a partir dos autores apresentados no terceiro capítulo. Sua importância, que sustenta a tese deste estudo, é a de que o exercício da cidadania está atrelado ao conhecimento da ciência e em Ciências, porém, frente a uma abordagem distinta da costumeira presente na educação básica. O ensino de Ciências precisa superar a mera reprodução de conhecimentos e listas de exercícios e avançar na promoção de debates e de discussões contemporâneas, voltando-se a um ensino que favoreça a emancipação dos sujeitos nas dimensões científicas e tecnológicas, vistas sob uma ótica ampliada nos aspectos éticos, sociais, políticos e econômicos. Uma cidadania intimamente ligada ao conhecimento, à autonomia, à criticidade e à capacidade da comunicação.

A sequência didática elaborada teve o intuito de contemplar aspectos que potencializassem a formação cidadã, quando desenvolvida na escola, constituindo-se como uma das categorias de análise *a priori* e que está contemplada nos itens 21 a 25 do questionário (Apêndice A). O Gráfico 5 apresenta as respostas dos cursistas para esses itens investigados:

Gráfico 5 - Respostas dos participantes aos itens do questionário associados diretamente à Formação cidadã



Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

De acordo com a concordância dos docentes no questionário, a sequência didática contempla os aspectos de formação cidadã, o que é reafirmado em algumas considerações durante o curso e nas entrevistas.

Ao trazer a formação cidadã como pauta de discussão específica durante o segundo encontro do curso, foi levantada a questão de que, com muita frequência, os saberes escolares são trabalhados de modo tão distante da realidade do aluno que o discente não consegue aplicá-los, nem mesmo visualizá-los, na vida real. Parte dessa discussão é narrada abaixo:

Sobre a aplicabilidade dos saberes escolares no cotidiano o professor exemplificou uma situação que vivenciou com a sua turma. Para a Feira de Ciências o docente elaborou junto a sua turma o projeto de produção de sabão caseiro com óleo de cozinha usado, essa proposta foi também disseminada para a comunidade em torno da escola e teve êxito. Porém algum tempo depois, ao ver que os alunos estavam utilizando a prática no seu cotidiano, e contribuindo para evitar a poluição com o reaproveitamento do óleo, uma atitude que ele considerou como prática cidadã, ele enquanto professor não realiza isso em sua casa. Sobre isso o professor pontua que é difícil assumir enquanto prática algumas atitudes que defende enquanto professor, propriamente pela falta de hábito. Concluiu sua fala ponderando que, isso é uma atitude hipócrita por parte do docente, e demonstra que em muitos momentos o hábito conduz a atitudes impensadas e que provocam maléficos para a coletividade, indo na contramão da cidadania (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021).

Esse mesmo viés, de dificuldade de transpor os saberes escolares para a realidade, é relatado por outro professor que coloca em evidência as atitudes dos alunos:

Outro cursista mencionou que desenvolver a formação cidadã é um quesito muito complexo, e relatou um exemplo que vivenciou. Ele propôs um trabalho onde os estudantes trouxeram as temáticas de interesse e as curiosidades, e um grupo se propôs a realizar uma pesquisa sobre as máscaras de proteção que estão sendo utilizadas durante a pandemia e a sua eficácia. Concluíram que a máscara que oferece maior proteção é a Pff2, e passaram nas demais turmas da escola apresentando a pesquisa e suas considerações. Porém o professor relata que com

todo esse processo nenhum estudante passou a usar a máscara do tipo que julgaram a mais apropriada. Acerca disso o docente destaca que, embora foi um trabalho que eles se envolveram bastante, não culminou em uma efetiva formação para a cidadania (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021).

A colocação desse professor durante o curso expressou certo grau de desapontamento associado ao fato dos estudantes não terem de imediato utilizado a máscara que pesquisaram como sendo a de melhor qualidade, porém é válido salientar que o processo de internalização dos saberes e modificações de atitudes podem levar um período maior que alguns períodos de aula. Isso não descarta o entendimento dos estudantes e mudanças comportamentais à longo prazo.

Nessa mesma direção, as colocações sobre o descarte de medicamentos, terra plana – assunto que é defendido, por vezes, dentro da própria escola –, dentre outras, demonstram o quanto é difícil para o sujeito transpor a barreira de recorrer aos saberes escolares em situações cotidianas, aspecto basilar para o exercício da cidadania no contexto contemporâneo. Isso é salientado por Santos (2005, p. 142) ao descrever as configurações do conceito de cidadania, que, atualmente, “apela à construção do ‘conhecimento emancipação’ (conhecimento como ferramenta para a emancipação do cidadão), baseado numa solidariedade de saberes”.

A esse viés, associamos a necessidade de o ensino subsidiar os estudantes com ferramentas que lhes permitam enxergar o mundo e tomar decisões por meio dos saberes científicos. Esse aspecto foi anunciado na questão 23 do questionário e obteve 89,7 % de concordância entre os respondentes, o que evidencia que a sequência didática atende a esse quesito, item evidenciado na colocação dos professores P1 e P9 durante as entrevistas:

[...] quanto a formação cidadã, penso que ela ocorre no todo da sequência, desde a discussão do que é um agrotóxico até nos conteúdos específicos. Isso desenvolve o conhecimento científico e após trabalha com a aplicação e contextualização desse conhecimento, o que contribui para ele agir de forma consciente na vida real (P1).

A sequência didática foge dos conteúdos vazios, ou seja, aqueles que o aluno não consegue aplicar e visualizar no mundo real. Quando se depara com um problema real, cotidiano, o aluno não consegue usar os saberes discutidos na escola para tomar uma decisão, e nessa proposta os conteúdos fazem sentido (P9).

O entrevistado P8 acrescenta em sua fala que a sequência didática contempla muitos dos aspectos apontados por Moreira (1999) como integrantes de uma aprendizagem significativa. Dentre os aspectos mencionados pelo entrevistado, está o fato de que, nas atividades propostas, é salientada a necessidade de que o estudante interaja e ressignifique os conceitos a partir de situações vivenciais e práticas, atribuindo, nesse processo, sentido à aprendizagem. Embora

reconheçamos que a aprendizagem significativa esteve presente na estruturação da sequência didática, uma vez que ela é um dos pilares de discussão do grupo de pesquisa a que esta tese se encontra atrelada, não vamos nos ater a essa discussão para evitar ampliar em demasia os conceitos e campos envolvidos no estudo. Todavia, e como bem percebido por P8, o almejado em termos de apropriação dos conceitos químicos em discussão toma como referência a busca por uma aprendizagem significativa na perspectiva da teoria que leva o mesmo nome.

O viés da sequência didática que tem como propósito contribuir para que o aluno analise situações reais do dia a dia à luz do conhecimento científico, também tem, como finalidade, o desenvolvimento da valorização da relação cidadania-conhecimento. Acerca disso, durante a entrevista, foi manifestado por P1 que “*a sequência deixa claro a relevância do conhecimento científico para tomar uma decisão*”.

A relevância do conhecimento científico, aspecto citado nas duas categorias de análises discutidas até aqui, foi identificada como pertinente na formação integral do sujeito, associada, principalmente, ao senso de responsabilidade e à conscientização dos deveres individuais para ações e projetos coletivos em escala local ou global, tomada de decisões e participação nas decisões de cunho científico e tecnológico.

Nessa direção, ao final do primeiro encontro do curso, quando foi solicitado que os participantes pontuassem aspectos que julgaram relevantes acerca do referencial teórico discutido, um docente manifestou sua compreensão, que foi assim descrita pela pesquisadora em seu diário:

No momento de sistematização final houveram colocações docentes acerca das discussões ao longo do curso. Um dos professores salientou que possuía um sucinto conhecimento na área de AC, mas na voz de outros autores, e que as proposições de Fourez, as quais teve contato somente nesse momento formativo (no curso), parecem alinhar-se muito bem com as necessidades da educação científica atualmente, principalmente no que tange as questões ideológicas, as peculiaridades do desenvolvimento da ciência e a importância de construir interpretações interdisciplinares. O docente conclui suas ponderações considerando que de acordo com seu ponto de vista, uma cidadania plena só será alcançada quando a população tiver esse discernimento (DIÁRIO DE BORDO, 07/07/2021).

A menção do participante do curso está alinhada às discussões propostas nesta tese, na qual identifica-se, segundo Fourez (1997), uma potente ferramenta para discutir o ensino de Ciências no Brasil a nível básico e público, especialmente na direção de discutir situações vivenciais e potencializar o desenvolvimento de habilidades que se revelam parte do corpo de saberes que contribui para a formação cidadã.

A compreensão de modernidade reflexiva (GIDDENS, 1991) em um cenário que se diferencia dos contextos anteriores pela imersão de riscos associados à vida social, econômica, política e aos avanços da ciência e da tecnologia, é uma perspectiva necessária para se atingir a cidadania. Esse viés pode ser identificado na fala de P5, quando questionado sobre a presença dessa relação na sequência didática:

[...] seguindo esse norte ela [sequência didática] levanta questionamentos, e acredito que os objetivos de uma formação crítica, que desenvolve o protagonismo, a autonomia e permitem aos estudantes se tornarem mais reflexivos e realmente colocar em prática a questão os saberes escolares. Penso que os jovens, após a aplicação dessa proposta, vão reparar pouco mais no seu entorno e questionar.

Na ponderação expressa, é possível vislumbrar a potencialidade do material avaliado em favorecer o desenvolvimento de habilidades associadas à formação cidadã, como também explicitado nas palavras de P8 ao mencionar que “*de forma geral a sequência didática tem potencial para desenvolver a cidadania, de contribuir para reflexões críticas*”.

Ainda, a dimensão de formação cidadã é identificada na fala de P4 e P7:

[...] a sequência favorece que, ao final dela, os estudantes tenham um posicionamento, que eles consigam conversar em casa ou em outros espaços sobre o assunto, com domínio do conhecimento (P4).

[...] com certeza a sequência didática tem potencial para contribuir na formação cidadã, primeiro ela faz o aluno pensar, depois ela faz o aluno questionar, e por último ela faz o aluno criar situações de debate. Mas, o mais importante, é que são situações vivenciadas diariamente no cotidiano (P7).

A partir dos recortes aqui discutidos, evidenciando-se a voz de alguns dos professores envolvidos no curso de extensão e nas entrevistas, identificamos discursos que põem em voga a ciência em cena na modernidade reflexiva, com vistas a promover uma ACT junto aos estudantes, oportunizando condições para interpretar eventos no cotidiano por meio do saber científico. Tudo isso considerando as questões éticas, sociais, políticas e econômicas associadas e, além disso, fomentando a argumentação e a tomada de decisões, particularidades que, no nosso entendimento, alicerçam o pleno exercício da cidadania em uma sociedade democrática. Por fim, os elementos reunidos nessa seção permitem reconhecer aspectos de formação cidadã na sequência didática elaborada por meio do discurso dos professores, como de antemão demonstrado pelo questionário.

6.6 Interdisciplinaridade

Como primeira categoria emergente, temos a interdisciplinaridade, ponto fortemente defendido por Fourez (1997) em se tratando da ACT. Embora estivesse presente em toda a estruturação do estudo e da sequência didática, não se constituiu como categoria dada *a priori*, todavia, nasceu espontaneamente nas falas dos cursistas e nas entrevistas. Quando isso ocorre, na perspectiva da ATD, surge uma categoria que emerge dos dados, portanto, emergente. Nesse sentido, a partir da forte presença nos dados produzidos pelos instrumentos utilizados neste estudo, considera-se sua importância e classifica-se-a como “emergente”.

A interdisciplinaridade está associada a noções, finalidades, habilidades e técnicas que buscam favorecer e respeitar os saberes dos alunos e o processo de integração desses saberes (FAZENDA, 2008). Dessa forma, processos de ensino-aprendizagem permeados com esse intuito têm maior potencial para gerar uma aprendizagem significativa e efetiva. Fourez (2002, p. 11) define interdisciplinaridade como “a utilização das disciplinas para a construção de uma representação de uma situação, sendo essa representação estruturada e organizada em função dos projetos que se tem (ou dos problemas a resolver), no seu contexto preciso e para destinatários específicos”. Ou seja, a relevância da interdisciplinaridade reside na necessidade de o sujeito identificar os limites disciplinares para compreender uma situação real, o que vai ao encontro das ponderações de Beck (2011) quanto à importância da dimensão interdisciplinar para avaliação de riscos.

No curso, em alguns momentos de discussão, sobressaíram-se falas e ponderações que manifestaram a importância da interdisciplinaridade, o que também se revelou nas entrevistas. Os cursistas discutiram a importância da interdisciplinaridade e salientaram a presença dela na sequência didática elaborada. Na situação narrada a seguir, sobre monocultura e empobrecimento do solo, identificam-se manifestações associadas à interdisciplinaridade, conforme apontado no diário da pesquisadora:

Sobre a prática da monocultura o participante levanta que na região que ele mora a agricultura está baseada no plantio da soja, porém ocorre que após seis ou sete anos dessa prática a terra torna-se pouco produtiva e é preciso investir em substância para melhorar a quantidade de nutriente do solo ou é abandono esse território e passa-se a explorar novas áreas. Ele destaca que se o agricultor tivesse conhecimento para fazer uma análise da terra, refletir sobre a rotatividade de cultura e que essa poderia ser uma ótima alternativa, inclusive para a manutenção da renda a longo prazo, talvez ele optasse por práticas agrícolas diferentes. Segundo o participante, dessa forma é possível vislumbrar o quanto a ACT é relevante para o sujeito e que uma análise com perspectiva interdisciplinar, em um olhar para mais de um aspecto, pode conduzir o sujeito a novas ações (DIÁRIO DE BORDO, 19/10/2021).

No registro, é possível identificar aspectos da interdisciplinaridade como anunciados por Fourez (1997), pois o cursista relata uma situação específica, a opção do agricultor pela prática da monocultura o que, conforme o docente, poderia ser diferente se o agricultor tivesse um olhar mais amplo sobre a prática. Sobre isso, destacamos que, para o sujeito fazer essa avaliação, é necessário analisar, além do valor do grão e da produtividade a curto prazo, aspectos sobre os componentes do solo, épocas de cada cultura, estimativa dos benefícios ambientais, análise do aspecto econômico a longo prazo, além de outras dimensões que poderiam estar em voga para essa tomada de decisão. Esse aspecto é respaldado pelas discussões que Fourez (2002) propõe no terceiro capítulo da obra “*Abordagens didáticas da interdisciplinaridade*”. Ao discutir a importância dos conhecimentos disciplinares, enfatiza que a interdisciplinaridade não suprime as disciplinas, mas trata-se de um “convite para ultrapassar as fronteiras disciplinares e para procurar diferentes formas de sinergia entre as disciplinas” (FOUREZ, 2002, p. 39). Nesse sentido, atrelamos as considerações ponderadas pelo cursista com as discussões de Fourez (2002) por visualizarmos o quanto um agricultor precisa de conhecimento interdisciplinar para tomar essa decisão. E, ainda, que esses conhecimentos precisam de um coletivo de disciplinas e não apenas do ensino de Ciências, ou que agricultor também mostre outros aspectos que, por vezes, são negligenciados pelos professores em suas aulas.

Em outro momento do terceiro encontro, a questão da importância da interdisciplinaridade é suscitada novamente. Após a convidada (bióloga) apresentar o projeto sobre educação ambiental que coordena, um dos participantes trouxe o exemplo da pesquisa que realizou no seu mestrado, que envolvia discussões sobre Química, Física e Biologia presentes na produção do iogurte caseiro – uma prática cotidiana dentro da realidade dos seus alunos. Trabalhar a partir da realidade dos estudantes é um modo de oportunizar um entendimento interdisciplinar, conforme destacado por Fazenda (2008, p. 97): “a interdisciplinaridade escolar é sobretudo o processo de aprendizagem respeitando os saberes dos alunos”.

Nas entrevistas, igualmente identificamos manifestações sobre a interdisciplinaridade que reforçaram seu caráter de categoria emergente. O entrevistado P1 coloca que: “*a questão interdisciplinar está em toda a sequência, trazendo os malefícios, a questão a necessidade de alimentos para toda a população, a economia*”; P6, por sua vez, expressa que “*é importante porque a gente percebe na sequência a ciência como construção histórica e social, com uma abordagem interdisciplinar*”. As colocações dos professores alinham-se às considerações de Fourez (1997) discutidas no terceiro capítulo da tese e, também, às ponderações do mesmo

autor (FOUREZ, 2002, p. 45) ao declararem que “a história das ciências não é simplesmente a história da constituição e da proliferação das disciplinas, mas ao mesmo tempo a história de rupturas das fronteiras disciplinares”.

A interdisciplinaridade também é um aspecto relevante dentro da dimensão de consciência de risco, uma vez que, ao avaliar uma situação real, os benefícios, os malefícios e os riscos, não estarão todos harmonizados dentro de uma dimensão disciplinar, mas envolverão variantes de distintos campos. Isso é salientado por Beck (2011, p. 35) ao mencionar que:

Constatações de risco baseiam-se em possibilidades matemáticas e interesses sociais, mesmo e justamente quando se revestem de certeza técnica. Ao ocuparem-se com riscos civilizacionais, as ciências sempre acabaram por abandonar sua base de lógica experimental, contraindo um casamento polígamo com a economia, a política e a ética.

Com isso, podemos considerar que Beck (2011) anuncia a importância da análise interdisciplinar sobre os aspectos da ciência e dos avanços tecnológicos, e que essa percepção é indispensável para a compreensão e o enfrentamento de riscos, o que vai ao encontro das ponderações de Fourez (1997).

Ainda considerando as colocações de P1 e de P6, identificamos que a perspectiva que associa a interdisciplinaridade à consciência de risco foi expressa nas manifestações dos participantes, o que demonstra que a sequência didática foi elaborada com a intenção de promover habilidades que conduzam a pensamentos interdisciplinares.

A título de exemplificar a busca pela promoção da interdisciplinaridade nas ações propostas na sequência didática, ilustramos o momento em que se propõe a discussão sobre os níveis de fome mundial, estabelecendo-se relações com a produção agrícola. Para essa aula, ao lançar essa discussão, são propostos recursos (gráficos e mapas) que possibilitam ao estudante a construção de uma linha de pensamento em que ele pode observar, por exemplo, que o fato de os países possuírem uma baixa produção agrícola não significa que, necessariamente, que terão um maior número de pessoas sem condições de prover sua própria alimentação. Esses recursos permitem que os estudantes construam essas relações ampliando o campo de dimensões associadas para compreender a problemática e que visualizem aspectos como o desperdício e as desigualdades sociais como fatores que inferem com rigor no fato de que, embora a produção de alimentos tenha aumentado nas últimas décadas, devido ao avanço tecnológico, a fome não foi erradicada.

Beck (2011, p. 30) pontua essa situação da fome aludindo a dados apresentados com base em médias. Conforme o autor:

por analogia – a seguinte distribuição: dois homens têm duas maçãs. Um come ambas. Logo, *na média*, cada um comeu uma. Adaptada à distribuição de alimentos em escala mundial, essa afirmação significaria: “na média”, todos os seres humanos na Terra estão bem alimentados. O cinismo é evidente nesse caso.

As discussões de Beck (2011) têm a intenção de mostrar que os dados, embora verídicos, podem ser expressos de forma a confundir a população geral, como o exemplo citado sobre a fome mundial. Na obra, o autor apresenta outros exemplos, como a exposição a contaminantes e distribuição de poluentes, e anuncia que essas situações são “marcadas por um déficit do pensamento social” (BECK, 2011, p. 30). Ou seja, os dados podem gerar interpretações errôneas se não forem analisados ponderando outras variáveis importantes.

Esse entendimento das variáveis associadas à interpretação das situações reais vai ao encontro da importância do domínio do conhecimento (FOUREZ, 1997) e da capacidade do sujeito de ter um campo de visualização amplo, trazendo dimensões de diferentes áreas do conhecimento para avaliar uma situação – como na proposta que é apresentada na sequência didática. Fazer uma relação matemática e linear entre a quantidade de alimentos produzida e a necessidade mundial, pode induzir à compreensão errônea de que não há pessoas passando fome no mundo.

Nesse sentido, essa é uma interdisciplinaridade que o sujeito aplica por necessidade do entendimento de uma dada situação. Outra circunstância proposta na sequência didática, em menor nível de complexidade, mas que ilustra a importância da interdisciplinaridade no entendimento e na tomada de decisões, é a atividade em que os estudantes são direcionados a pesquisar o preço de alimentos orgânicos e alimentos comuns. O próximo passo é uma discussão com a família para decidir sobre que tipo de alimentos ela deverá consumir (orgânicos ou comuns) e os fatores que são considerados para essa tomada essa decisão. Esse momento permite que, em uma situação da realidade do estudante, vislumbrem-se as dimensões que estão atreladas às decisões tomadas no mundo real, fato que, conforme as discussões de Fourez (1997), é sempre pautado na interdisciplinaridade.

Os momentos expressos pelos cursistas e entrevistados permitiram a compreensão de que a interdisciplinaridade é um aspecto presente na proposta didática elaborada, vertente que permeia as discussões dos principais autores referenciados nessa tese, Fourez (1997) e Beck (2011), e que se manifestaram nas ações propostas na sequência didática em diferentes níveis de complexidade, com o intuito de promover, nos estudantes, o desenvolvimento da capacidade de construir compreensões interdisciplinares em situações reais.

6.7 Enfrentamento ao obscurantismo científico

Como segunda categoria emergente, temos o enfrentamento ao obscurantismo científico, tema que se revelou presente em diversos momentos do curso e das entrevistas. Além disso, podemos dizer que o tema esteve presente no planejamento da sequência didática, embora não explicitado pontualmente. Tal presença foi identificada pelos participantes do estudo, e por eles salientadas, em diversas situações. A partir da identificação de sua presença no estudo, consideramos que ela não poderia ficar atrelada a outras categorias, mas era digna de um destaque especial como emergente dos dados produzidos.

Podemos considerar que o obscurantismo científico emergiu no primeiro momento do curso e esteve presente ao longo de todos os demais encontros e nas falas dos entrevistados. Em diversas discussões, os cursistas estabeleceram uma relação direta entre a falta de entendimento da ciência e as manifestações de obscurantismos, bem como de negação da ciência, que permeiam a contemporaneidade. Essas discussões, estabelecidas no curso e presentes nas entrevistas, vão ao encontro do mencionado por Junges e Espinosa (2020) no ensaio *Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência*²³, que discute “o papel do ensino de ciências frente aos desafios colocados pelas diferentes questões sociocientíficas que permeiam a sociedade contemporânea” (p. 1577). Ao longo do texto, os autores defendem uma educação científica que vise a autonomia intelectual e que dê condições de que os sujeitos compreendam seu entorno por meio do conhecimento científico e de uma confiança equilibrada na ciência, pontuando que “é imprescindível que a educação científica forneça aos alunos os meios para avaliar corretamente tais situações, de modo que possam diferenciar entre afirmações científicas baseadas em evidências e afirmações pseudocientíficas” (p. 1592). Ou seja, tanto no curso quanto no ensaio citado, é posta a importância do ensino de Ciências frente aos eventos científicos que permeiam a sociedade.

Nesse sentido, destacamos que a utilização da terminologia “obscurantismo científico”, para essa categoria, está associada à interpretação de eventos que manifestam aspectos que não consideram o conhecimento científico, seja por falta de conhecimento ou negação, o que está alinhado com o proposto por Sousa Filho (2020, p. 3) quando define o termo como sendo “invariavelmente uma negação e uma recusa a aceitar o conhecimento científico”. Entretanto,

²³ Esse artigo e outros que utilizamos nessa categoria foram publicados em 2020 em uma edição especial do Caderno Brasileiro de Ensino de Física, “Ciências e Educação Científica em tempos de pós-verdade”, cujos editores são os pesquisadores Andreia Guerra, Cristiano B. Moura e Ivã Gurgel.

o autor infere que isso é “puro cinismo militante”. No entanto, não vamos trazer essa discussão ao debate, uma vez que essa delimitação temática foge ao escopo desta tese, mas cujo registro foi feito para mostrarmos as diferentes interpretações trazidas pela literatura. No nosso estudo, trazemos “obscurantismo científico” como um termo vinculado às manifestações que demonstram deixar de lado o critério científico para compor um entendimento ou tomar uma decisão.

Identificamos que, ao longo do curso e durante as entrevistas, os participantes manifestaram anseios sobre aspectos da ciência que remeteram às discussões sobre o obscurantismo científico, como indica o relatado pela pesquisadora em seu diário, a partir de um fato ocorrido no primeiro encontro do curso de extensão universitária. Durante a discussão, após a elaboração da nuvem de palavras, um dos participantes manifestou argumentos acerca dos termos usados por ele para definir AC, o que gerou um debate que foi direcionado ao uso do álcool como higienizante. No diário da pesquisadora, esse episódio ficou assim relatado segunda sua percepção:

O cursista relatou que realizou um trabalho com seus alunos do Ensino Médio sobre a importância do uso do álcool em gel 70 % para higienizar as mãos durante a pandemia, acerca disso trabalhou aspectos de composição do produto, formas de fabricação e ação sanitizante. O professor destacou que o que mais chamou a atenção nesse trabalho com seus alunos foram as formas de produção sugeridas na internet para o produto higienizante, principalmente indicações de produção artesanal/caseiro, que envolviam por exemplo o uso de 'gel de cabelo'. Conforme relato do docente, ao instalar o discurso sobre a eficácia dos produtos artesanais/alternativos em sala de aula, nas interações prévias grande parte dos estudantes julgavam que o mesmo teria o efeito higienizante desejável. O professor finaliza suas colocações ponderando que conforme esse exemplo, somente o conhecimento da Ciência oportuniza os sujeitos a compreenderem situações como essa, e ainda destaca que fazer uma ação como essa (produzir um álcool em gel caseiro de forma equivocada) gera consequência individuais e coletivas, nesse caso a não sanitização das mãos e uma probabilidade maior de contaminação com o vírus (DIÁRIO DE BORDO, 07/09/2021).

O fato de que estudantes finalistas da educação básica aceitem que o produto possa ser fabricado artesanalmente da forma com descrita pelo cursista, indica que não aconteceu uma reflexão amparada no domínio do conhecimento ao ler/interpretar a notícia. Ou, ainda, conforme o relato do professor, esses alunos não buscaram outras informações para que pudessem estabelecer comparativos e concluir que os métodos de produção indicados eram equivocados. Aprimorar as habilidades associadas à *autonomia* para buscar o conhecimento com condições de refletir sobre e entender a informação (*comunicação e domínio*) é uma necessidade, conforme expresso por Gaudêncio (2021, p. 422), diante da

nova era de disseminação das informações em massa, percebe-se uma necessidade de que o ensino de todas as áreas da educação básica venha a colaborar com um processo de ensino aprendizagem que seja útil e eficiente na formação cidadã do estudante. Um indivíduo que é capaz de tomar decisões frente às situações que exijam um mínimo de conhecimento científico, como por exemplo, algumas das 'fake news' apresentadas, desenvolve autonomia e capacidades de comunicação, que, apresentando domínio desses conceitos científicos pode ser capaz de construir teorias, mas também, "desconstruir" e identificar as falsas.

Discussão também alinhada com as proposições de Vilela e Selles (2020, p. 1742), ao discorrerem sobre a relação do negacionismo com a educação em Ciências. De acordo com os autores, "precisamos de mais ensino de Ciências nas escolas, mais divulgação científica, mais educação não formal, mais popularização da ciência". Essa fala vem ao encontro do mencionado por Silva e Videira (2020, p. 1063):

Cativar para a experimentação, formar para a apreciação não utilitária das teorias, promover o diálogo entre as muitas áreas do conhecimento, são desafios fundamentais em tempos de pós-verdade, em que as escolas estão cheias de jovens expostos a notícias falsas e movimentos negacionistas.

O aspecto da negação da Ciência é reverberado no segundo encontro, quando estava em discussão a *autonomia*. Um dos cursistas abordou o tema da vacinação e gerou novamente discussões que foram identificadas no diário da pesquisadora como relacionadas ao tema do obscurantismo científico. A seguir, apresentamos um trecho do diário que ilustra o mencionado:

Para finalizar essa discussão [sobre a autonomia] o participante pontua a vacina da Covid-19, na fala do docente ele discorre sobre os grupos antivacinas, o amparo científico que fomenta a decisão dessa parcela da população e os prejuízos coletivos que isso acarreta. Com a colaboração de outros colegas do curso é discutido o fato de outras vacinas não serem pauta de dúvidas para uma parcela tão expressiva da população, estabelecendo relação com os aspectos políticos. Ainda enfatizam a falta de compreensão de definições básicas como 'imunização de rebanho'. Sobre isso os cursistas lançam mão de associações com o negacionismo e ao obscurantismo científico, destacando o aumento significativo desses movimentos nos últimos anos (DIÁRIO DE BORDO, 14/09/2021).

O avanço desses movimentos é expresso por Marineli (2020, p. 1173) ao discutir sobre terraplanismo, quando ressalta que “movimentos negacionistas vêm ganhando destaque nos últimos anos, disseminados principalmente pelas mídias sociais”. Na mesma linha, Pereira e Gurgel (2020, p. 1280) anunciam que “[...] a credibilidade da ciência tem sido relativizada por uma parcela da opinião pública, o que se evidencia na emergência de movimentos anticientíficos e da extrema relativização da verdade associada às ondas de fake news e a líderes políticos autoritários”.

A discussão que associa a relevância do conhecimento científico como forma de combate ao negacionismo, ao obscurantismo científico e às *fake news* perpassou o debate suscitado no curso. O assunto também foi pauta do ensaio de Pereira e Gurgel (2020) intitulado “*O ensino da Natureza da Ciência como forma de resistência aos movimentos Anticiência: o realismo estrutural como contraponto ao relativismo epistêmico*”. Essa discussão se revelou no pronunciamento do entrevistado P7, quando ele expressou-se sobre o fato de que a maneira com que a sequência didática foi elaborada contribuiu para o desenvolvimento da comunicação e finalizou ponderando que:

Eles [os estudantes] em geral não tem o cuidado de buscar informações em mais de um local, de buscar uma informação segura, de analisar as fontes e decidir qual se servir. Esse é um aspecto muito importante, principalmente nesse período de tantas 'fake new's'. (P7).

Em relação à autoridade epistêmica da fonte, Werner da Rosa e Otero (2018) mencionam que ela tem sido um problema para os estudantes. Para os autores, o fato de algo estar escrito por um autor de livro didático induz os estudantes a não questionarem a fonte e a considerar a informação como coerente e verdadeira. Tradicionalmente, os estudantes utilizam-se de autores que julgam ter mais autoridade, sem ao menos questioná-los. Dessa forma, identifica-se que falas de blogueiros, *youtubers*, pastores, artistas, entre outros, podem ter mais autoridade que a de cientistas.

Sobre as *fake news*, temos a opinião de Gaudêncio (2021) no artigo “A alfabetização científica e o letramento científico frente às *fake news* do novo coronavírus”. Ao discutir sobre a circulação de notícias falsas associadas ao coronavírus, a autora exemplifica que uma notícia “trazia uma informação de que a doença COVID-19 era imune a organismos com pH maior que 5,5” (p. 417). A autora apresenta que, facilmente, um indivíduo com entendimentos básicos de Química identificaria erros grosseiros nas informações, como o caso do pH do abacate que, conforme a notícia, era de 15,6 enquanto a escala de pH tem graduação máxima de 14, algo que levaria o sujeito a duvidar das informações contida na notícia. Conforme palavras da autora, “um indivíduo alfabetizado e letrado cientificamente, certamente atentará para tais indícios na mensagem e poderá alertar para demais pessoas sobre os fatos constatados, indicando que nesse caso, não precisa de um especialista em química ou ciências para sinalizar tais erros” (p. 418). Essa ponderação evidencia a importância do conhecimento no combate à disseminação de notícias falsas.

Outro momento de discussão levantado por um cursista põe em destaque a não utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) por parte dos agricultores durante a lida no campo, situação muito comum na realidade escolar em que atua, e estabelece associação com a desconsideração do conhecimento científico. A narração da pesquisadora em seu diário remete ao mencionado:

Um dos participantes menciona sobre a sua realidade, de antemão afirma que sua escola está localizada em uma cidade pequena onde a maioria da população trabalha com a agricultura, e, portanto, a maior parte dos estudantes são filhos de agricultores e observam os pais trabalhando no campo, além de muitos já auxiliarem os pais e sobre isso o cursista pondera o aspecto dos Equipamentos Proteção Individual (EPI's). Conforme relato do docente os alunos não vislumbram perigos quando entram em contato os com agrotóxicos via cutânea ou por inalação, e embora seja obrigatório o uso de EPI's para manipular agrotóxicos, a maioria dos estudantes relata que a família não utiliza, e que conforme a visão dessa parcela de alunos isso não gera consequências (DIÁRIO DE BORDO, 16/10/2021).

Após essa colocação do participante, foram levantadas indagações sobre os conhecimentos dessa população sobre esses produtos e suas consequências para a saúde humana. Depois, discutiu-se se a opção que fazem (não usar equipamentos de proteção) é amparada no domínio e na consciência de risco ou somente no viés econômico e imediatista. Ou, ainda, se eles tomam como referência (e autoridade) as falas da comunidade e que normalmente não são de especialistas, ou seja, quem representa uma referência para esses agricultores? Esse questionamento levou a discussões e retomou o que mencionamos anteriormente neste texto relativo à autoridade da fonte. Esse tema, em aproximação com o obscurantismo científico, remonta aos estudos de Silva (2021) no ensaio intitulado “*O trabalho docente e o enfrentamento das fake news e fake knowledge*” que discute “o trabalho docente do século XXI e sua contribuição para o enfrentamento das Fake News e Fake Knowledge” (p. 175). Nessa enseada, o autor é enfático sobre a importância de “instrumentalizar os alunos a terem autonomia para selecionar o conhecimento científico” (p. 184) e reflete sobre a importância de “educar a população a saber onde procurar [a informação correta] para retomar a conexão entre o conhecimento sistemático e o seu impacto na vida cotidiana das pessoas” (SILVA, 2021, p. 175).

Fagundes e colaboradores (2021) também estabelecem discussões nessa direção no artigo “*Jovens e sua percepção sobre fake news na ciência*”. Os autores anunciam que as notícias falsas “produzem efeitos também para a ciência, trazendo desafios e ameaças tanto para a compreensão e apropriação social do conhecimento, como para a confiança nos cientistas e nas instituições democráticas” (FAGUNDES et al., 2021, p. 1). Nesse texto, são apresentados alguns dados sobre a relação dos jovens com as “fake news” e as fontes em que esse público busca informações sobre ciência e tecnologia. Tais dados demonstram que assistir a programas e a vídeos na televisão ou internet é a forma preferida dos jovens de acessar essas informações e que o “Youtube está entre os meios mais acessados para obter conteúdos de C&T, sendo citado por 73% dos entrevistados (atrás apenas do buscador Google, mencionado por 79% dos jovens)” (FAGUNDES et al., 2021, p. 4). Esses dados vão ao encontro da relevância de se discutir na escola as fontes de informação e conhecimento.

Ainda com relação aos EPIs, outro colega trouxe o exemplo do seu pai, que cultivou tabaco por 25 anos sem o uso de qualquer equipamento de proteção e que aos 45 anos de idade foi acometido por um enfisema pulmonar. Conforme o cursista, mesmo com essa vivência de problema de saúde, seus pais questionam os saberes científicos e não os consideram nas atividades do cotidiano.

Aqui destacamos que os dois relatos trazidos para esse estudo são de participantes de diferentes regiões do Brasil. Enquanto o primeiro docente apresentou uma realidade de uma cidade do interior gaúcho, a outra situação relatada, envolvendo o trabalho desenvolvido pelo pai do professor no cultivo de fumo, ocorreu no Ceará. Entretanto, ambas convergem no aspecto de esses trabalhadores se recusarem a fazer uso de práticas defendidas pela comunidade de especialistas no tema, que indicam o uso de EPIs, com base na toxicidade dos produtos, o que demonstra uma negação do conhecimento científico.

Na mesma direção, o participante P1, durante a entrevista, menciona que *“os agricultores só aprendem na prática os males que os agrotóxicos fazem, quando aparece um câncer de pele ou coisa assim, eles não acreditam na Ciência”* (P1).

Os relatos e a menção do entrevistado P1 apontam que a sociedade vive uma crise na autoridade da ciência, a qual Beck (2011) atribui ao falibilismo da ciência – o que se revela preocupante, ainda mais nesse momento em que ela se mostra cada vez mais necessária, porém, também, cada vez menos suficiente. Esse aspecto também é discutido por Junges e Espinosa (2020, p. 1579) ao mencionarem que *“a mesma ciência que deu origem ao motor à combustão possibilitou a queima acelerada de combustíveis fósseis que libera gases estufa causadores do aquecimento global”*, demonstrando a dualidade da ciência no contexto contemporâneo.

O ensino de Ciências, ainda de caráter positivista e que discute uma ciência como um acúmulo linear de fatos, conduz a um processo de descrédito da ciência, contribuindo para reforçar o obscurantismo científico presente na sociedade e que, cada vez mais, ganha espaço. Silva e Videira (2020, p. 1043) salientam a presença desse obscurantismo alegando que é *“cada vez maior o número de pessoas que não confiam na ciência ou não sabem dizer por que o conhecimento científico é importante. Por toda parte tentam atacar a ciência, dizendo que não existe verdade objetiva, que o conhecimento científico é uma forma de opinião institucionalizada”*.

O negacionismo e o descrédito na ciência afetam o sujeito tanto de forma individual como coletiva. O caso apresentado anteriormente, sobre os agrotóxicos, no qual os agricultores não aceitam que as substâncias sejam tóxicas, retrata essa situação. Nesse caso, além dos próprios trabalhadores contaminarem-se e terem uma maior probabilidade de danos à sua saúde, o fato de não vislumbrarem os perigos que os agrotóxicos oferecem ao meio ambiente pode conduzir ao seu uso excessivo, a descartes inadequados das embalagens e outras ações que geram consequências ao conjunto da população.

Reforçando esse entendimento, temos Silva e Videira (2020, p. 1043) salientando que,

Se por um lado há um negacionismo obscurantista alimentado por ignorância e desinformação, expondo, por exemplo, o modo como os sistemas educacionais, da pré-escola à universidade, tem falhado em promover uma formação humanística e científica arrojada e ampla, por outro, não podemos ignorar que o descaso, e mesmo os ataques à ciência, partem muitas vezes de setores bastante letrados da população. Não podemos deixar de enfrentar a difícil questão da existência de grupos que atacam a ciência de modo deliberado e estratégico, não por serem simplesmente ignorantes, mas por que isso satisfaz seus interesses e faz parte de uma determinada agenda política.

A perspectiva de que a falta de entendimento abre espaço para a persuasão está identificada na fala de um dos docentes ao final do terceiro encontro, como identificamos no diário da pesquisadora.

[...] o docente falou sobre o aspecto da nomenclatura. Segundo ele os vendedores de agrotóxicos, em sua maioria, não utilizam essa nomenclatura [agrotóxicos], mas optam pelos termos defensivos agrícolas ou fitossanitários, nomenclaturas que fazem os agricultores acreditarem que são produtos menos nocivos (DIÁRIO DE BORDO, 28/09/2021).

Essa fala permite a identificação de que, se essa prática ocorrer, o vendedor não opta por esse termo de forma ingênua, mas amparado em uma decisão de interesse sobre o agricultor/comprador. Nessa situação, o conhecimento científico e a autonomia para buscar informações vai gerar entendimentos e ações diferentes do agricultor, salientando a importância da confiança e do domínio da ciência. Isso vai ao encontro das discussões de Gaudêncio (2021), que aborda a importância de um mínimo de conhecimento científico para o sujeito frente a algumas situações.

Tais ponderações ilustram a presença de diálogos sobre as *fake news* e a falta de confiança na, ou negacionismo da ciência – ponderações que atribuímos ao obscurantismo científico e que emergiram ao longo do curso e durante as entrevistas. Acreditamos que esse aspecto aflorou devido às discussões que propusemos acerca de um ensino de Ciências que prepara os sujeitos para as demandas da atualidade e, também, devido ao fato de que, certamente, a identificação e o combate às notícias falsas e ao negacionismo são demandas contemporâneas. Acreditamos, ainda, que o momento de pandemia corroborou para enfatizar tal debate, o que ficou expresso na entrevista de P10 ao fazer duas ponderações acerca disso:

Eu achei super pertinente, gostei bastante da abordagem que colocou e penso que até uma referência poderia estar inserindo no seu trabalho trazendo o contexto que estamos vivendo, de pandemia, de vacinação, a questão ideológica, isso acho que é um contexto pertinente da sua pesquisa. Talvez em outro momento ela não fosse tão importante, mas nesse momento as discussões que a tua pesquisa aborda são extremamente pertinentes ao nosso cotidiano. [...] esse material que você produziu

vai estar reverberando na escola, de uma maneira muito atual, por alguns anos, por conta da pandemia (P10).

A fala do entrevistado demonstra a relação entre as discussões que são propostas para o ensino de Ciências e a importância dela para o contexto atual. Mesmo que a proposta tenha sido sobre outra temática, ela repercutiu aspectos da pandemia justamente porque os objetivos que a sequência didática pretende alcançar estão associadas às demandas contemporâneas, entre elas, a importância do entendimento da ciência, o que favorece o combate ao obscurantismo científico.

Com essa discussão, finalizamos esse capítulo e estruturamos as considerações finais da tese que trazem os achados do estudo e sua contribuição/implicações para a educação na forma de possibilidades e necessidades de se repensar a prática docente do professor de Ciências e, em particular, do professor de Química.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegando ao final dessa investigação é o momento de refletir de forma crítica sobre os resultados atingidos e avanços alcançados nessa enseada, que buscou avaliar na voz de professores de Ciências o potencial de uma sequência didática construída a partir do referencial teórico de Alfabetização Científica e Tecnológica (FOUREZ, 1997) e da Sociedade de Risco (BECK, 2011), com vistas a promover uma formação cidadã em estudantes do Ensino Médio.

No percurso de pesquisa ocorreram situações consideradas inicialmente como percalço, mas que ao final se revelaram potencialidades didáticas. Estamos nos referindo particularmente ao vivido mundialmente nos anos de 2020 e 2021 relativos à pandemia causada pela COVID-19 (SARS-COV-2) e que em se tratando do trabalho aqui apresentado, trouxe a impossibilidade de ser aplicado em contexto real de ensino (escola de educação básica), como havíamos previsto inicialmente. Todavia, essa dificuldade que nos angustiou e de certa forma frustrou, acabou por se revelar uma potencialidade em termos de alcance e abrangência. Ao identificar a dificuldade de desenvolver um estudo diretamente com a turma prospectada, passamos a projetar a discussão/avaliação da proposta didática elaborada junto a um grupo de professores que atuam na educação básica. Essa possibilidade e sua efetiva concretização, veio acompanhada de uma potencialidade em termos da ampliação no número de estudantes beneficiados com o estudo, ou seja, se inicialmente projetamos discutir tal proposta didática com um grupo de estudantes em uma escola, agora ela se múltipla em possibilidades, uma vez que o grupo de professores ao ter conhecimento da proposta e ao discuti-la nos encontros do curso de formação, pode se sentir instigado a levá-la para sua sala de aula. Portanto, o que nos pareceu uma limitação do estudo em um primeiro momento, se revelou uma potencialidade ao final, o que a nosso ver merece ser considerada nesse momento em que procedemos às considerações finais do estudo.

Após ser reestruturada a investigação e redefinido os caminhos metodológicos, retomamos a pergunta de pesquisa do estudo adaptando-o a essa nova realidade. Nesse processo a questão de pesquisa ficou assim definida: “Quais as contribuições de uma proposta de ensino que articula a ACT com as discussões de SR na busca por promover uma formação cidadã a estudantes do Ensino Médio?”. Nesse momento julgamos oportuno retomar os principais achados do estudo e que possibilitaram responder essa pergunta. Para isso, tomamos como linha estruturante os objetivos específicos elencados para o presente estudo e ao discutir como atingimos cada um deles, julgamos estar procedendo a uma síntese dos resultados desse estudo e com isso respondendo ao questionamento central.

Com primeira etapa da pesquisa e primeiro objetivo específico apontado, realizamos a revisão das teses e dissertações que tratam no contexto da formação cidadã e da educação Química, das temáticas: alfabetização científica, letramento científico e alfabetização científica e tecnológica. Essa revisão permitiu vislumbrar as pesquisas que se aproximavam do pretendido na tese, bem como a forma com a temática vinha sendo tratada na literatura. Identificamos aspectos como a concentração de estudos em duas instituições (Universidades de Santa Catarina e Universidade Cruzeiro do Sul), o foco em pesquisas envolvendo propostas didáticas para o Ensino Médio e um conjunto de autores nacionais que podem ser considerados referência nos estudos envolvendo essas temáticas. Por outro lado, essa análise no estado do conhecimento, possibilitou identificar a carência de pesquisas que exploravam o ensino de Ciências/Química associado a tomada de decisões, aspecto basilar para o exercício da cidadania. Com essa percepção direcionamos a pesquisa para a investigação de como o ensino de Ciências/Química orientado para a ACT pode contribuir para que os estudantes recorram a saberes científicos ao se deparar com problemas reais na sociedade de risco.

Como segundo objetivo específico nos empenhamos em compreender os conceitos envolvidos na ACT na voz de Gérard Fourez e os presentes nas discussões sobre Sociedade de Risco em Ullrich Beck, de modo a verificar possibilidade de complementação entre os dois referenciais teóricos, particularmente quando se trata de buscar a formação cidadã. A partir dessa retomada nos dois enfoques teóricos em sua aproximação com o ensino de Ciências, enalteceamos um entendimento de formação cidadã que passou a ser perseguido nas etapas seguintes do estudo. Essa etapa foi fundamental para a estruturação da sequência didática e guiou o processo de avaliação realizado pelos professores.

Com a apropriação da teoria e suas características em se tratando de um ensino voltado a formação cidadã, o objetivo passou a ser o de elaborar e avaliar a sequência didática foco do estudo. O tema da sequência didática foi o uso de Agrotóxico e com ele a possibilidade de trazer um tema polêmico e pouco debatido em sala de aula e que estava associada ao conteúdo programático do componente curricular Química no Ensino Médio (de funções orgânicas e solubilidade de compostos orgânicos). Essa etapa foi construída amparada nos pressupostos defendidos por Fourez (1997) como primordiais para o desenvolvimento da ACT, especialmente no desenvolvimento dos três pilares fundamentais defendidos pelo autor: autonomia, domínio e comunicação.

A temática Agrotóxicos foi selecionada considerando a importância da agricultura dentro da economia do Brasil, e ainda pelo fato da região de Passo Fundo, RS, ser um polo agrícola. Nesta região é utilizado uma gama de Agrotóxicos que influenciam no coletivo da

população, direta e indiretamente e que, muitas vezes, a população da zona urbana não identifica tal influência ou julga que está livre dela. Dessa forma entendemos ser um tema relevante de ser contemplado na escola, de modo a discutir os benéficos, malefícios e riscos de seu uso, assim como do próprio desenvolvimento tecnológico presente na sociedade contemporânea. Esse aspecto foi considerado central na sequência didática elaborada, assim como na tese, onde buscou-se evidenciar em diferentes momentos o quanto o conhecimento científico é importante para o sujeito compreender situações reais e tomar decisões.

Para contemplar o último objetivo específico foi realizado um curso de formação continuada para professores da área de Ciências da Natureza de forma a abordar os aspectos teóricos da ACT e de Sociedade de Risco, na perspectiva da formação cidadã, bem como apresentar e avaliar a sequência didática elaborada. Nesse espaço trouxemos a discussão e a avaliação dos professores nossa convicção sobre o ensino de Ciências/Química e como ele necessita ser abordado com os alunos. A problematização de temas presentes no cotidiano e sua relação com os conteúdos programáticos presente no planejamento escolar, marcaram essa etapa do estudo e oportunizaram mostrar caminhos para um ensino de Ciências/Química distinto do praticado na maioria das escolas brasileiras. Ouvimos na voz dos professores da área a pertinência do diálogo teórico construído, bem como o potencial da sequência didática para desenvolver a ACT e a formação cidadã no Ensino Médio. Nessa ocasião identificamos por meio das falas dos docentes participante do curso, o mérito do estudo realizado e a pertinência da sequência didática elaborada. Associado a essa etapa, ainda salientamos, a potencialidade desse momento enquanto formação para os docentes participantes, e o quanto discussões sobre a realidade da sociedade e de aspectos essenciais para o processo ensino-aprendizagem são importantes. Não se trata de levar ‘receitas prontas’ de como proceder, mas discutir possibilidades didáticas coerentes e possíveis de serem aplicadas no cotidiano escolar, aproximando elementos teóricos e práticos.

A participação dos docentes no curso, as respostas ao questionário avaliativo e as entrevistas subsidiaram a análise de dados dessa tese e permitiram identificar aspectos nas três dimensões avaliadas: ACT (Domínio, Autonomia e Comunicação); Sociedade de Risco (consciência de risco) e Formação Cidadã.

Em relação ao primeiro quesito e para o conjunto dos domínios defendidos por Fourez (1997), os resultados apontaram que eles se mostram rico em possibilidades e que contemplam etapas importantes do ensino de Ciências, como a apropriação dos conhecimentos específicos dos componentes curriculares (aspectos conceituais da ciência), a autonomia dos sujeitos em buscar os conhecimentos e na tomada de decisão e a importância de saber comunicar-se com o

outro e com a sociedade. Tais aspectos trouxeram o anúncio de que o proposto na sequência didática e em termos da ACT se revela pertinente e viável para um novo ensino de Ciências.

Quanto a consciência de risco, categoria associada à compreensão de riscos que emergem no contexto contemporâneo, os docentes identificaram que o material construído consegue trazer à tona esse aspecto, propondo reflexões aos estudantes e pautando os avanços científicos e tecnológicos atrelados a benefícios e maléficos, bem como demonstrando os caminhos do desenvolvimento da Ciência e as dimensões éticas, políticas, sociais e econômicas associadas.

Em relação à formação cidadã, foi possível identificar que as principais dimensões teóricas discutidas na tese, ACT e consciência de risco, são pertinentes e necessárias para a emancipação dos sujeitos na sociedade atual. As manifestações durante o curso e nas entrevistas, bem como as respostas apresentadas ao questionário, apontam que as atividades propostas na sequência didática oportunizam o desenvolvimento de habilidades vinculadas a cidadania, principalmente em relação a relevância do conhecimento para o pleno exercício da cidadania no contexto contemporâneo.

Ao discutir sobre a ACT, Fourez (1997) aponta a importância de o sujeito compreender as situações de forma interdisciplinar e Beck (2011) em suas discussões também pondera essa relevância. Dessa forma ao construir a sequência didática a interdisciplinaridade foi um aspecto em cena, porém não se constituiu como foco do estudo. Nas discussões do curso e nas entrevistas, os docentes destacaram essa dimensão como presente e de grande valia no material elaborado, da mesma forma que identificaram sua relevância para a formação cidadã. Essa identificação decorrente dos dados produzidos no estudo, apontaram para sua emergência enquanto categoria de análise e reforçaram o caráter interdisciplinar do conhecimento, especialmente quando se busca um ensino que dialoga de forma crítica com diferentes questões presentes na sociedade. A interdisciplinaridade associou-se principalmente a importância de ao buscar elementos para compreender uma situação-problema, o sujeito necessita estar ciente da presença e relevância das diferentes variáveis que estão influenciando o problema em análise e que a tomada de decisão depende do quanto e como ele articula essas variáveis.

Além da interdisciplinaridade, emergiu durante a produção de dados aspectos associados ao enfrentamento ao obscurantismo científico, que associamos as ações que visam combater manifestações de negação ou demérito do conhecimento científico. Acreditamos que essas manifestações se revelaram com maior destaque devido ao momento de pandemia vivenciado na atualidade, onde as 'fake news' e os movimentos anticientíficos ganharam espaço e maior visibilidade. Nas declarações durante o curso e nas entrevistas, os docentes evidenciaram

situações onde a falta de conhecimento da ciência acarreta em seu descrédito e que o ensino de Ciências quando abordado a partir de discussões apenas centradas na perspectiva de que os avanços científicos são promotores do bem comum, podem gerar desvalorização desse campo do conhecimento. Em contrapartida ao conduzir um ensino de Ciências no qual os aspectos da natureza e produção desse conhecimento são contemplados mostrando e refletindo sobre suas implicações na sociedade, possibilita a construção nos estudantes de uma visão diferente da ciência, o que contribui no enfrentamento do obscurantismo científico. Esse foi o cerne das discussões que geraram essa categoria, e embora contemplar essa dimensão não estava no âmago da intenção dessa tese, entendemos a relevância desse tema e identificamos o potencial do referencial teórico e da sequência didática em subsidiar e fomentar o debate entorno desse quesito.

Durante a construção da sequência didática consideramos as dimensões de um ensino de Ciências/Química com identificação no apresentado na BNCC, analisando se nossa proposta estava alinhada ao documento. Embora o documento não tenha sido explicitado em nenhum momento aos participantes do curso, aventamos a hipótese que durante seu desenvolvimento ocorressem ponderações e questionamentos significativos acerca do especificado no documento e da sequência didática proposta. Todavia, para nossa surpresa a hipótese não se confirmou e foram poucos os momentos em que identificamos menção a BNCC durante o curso ou mesmo nas entrevistas. Aliás, a alusão a BNCC não foi realizada durante os diálogos no curso e não apareceu na fala dos cursistas no momento da entrevista. Uma justificativa para isso, pode estar no fato de que embora a BNCC esteja em vigor desde 2018, em geral, ela ainda não atingiu a prática docente em sala de aula e não se revela objeto de preocupação dos docentes no seu planejamento pedagógico.

Ainda sobre o estudo realizado destacamos a importância do planejamento na ação docente, da estruturação de atividades que apresentem uma concepção explícita de educação e que tenham objetivos claros e consistentes. As discussões promovidas no curso, bem como nas entrevistas, deixam claro que a organização pedagógica da sequência foi o diferencial no estudo. Além disso, tais discussões mostraram que os professores estão preocupados e desejosos em levar para a sala de aula propostas que oportunizem aos estudantes da educação básica uma formação crítica e consciente. Nos diferentes momentos de avaliação da sequência didática, os professores sempre se mostraram receptivos e acolhedores das discussões e propostas, evidenciando que se isso não ocorre no seu dia a dia da escola, é mais por questões alheias a sua vontade - como a falta de tempo para planejar - do que por acreditar que tal abordagem não tenha a sua validade ou faça diferença na formação dos estudantes.

O planejamento se revela ao final desta tese o ponto em evidencia nos resultados, embora ele não tenha aparecido explicitamente em nenhum momento. Oportunizar a formação continuada aos professores com tempo para leituras, estudos, organização de atividades e busca por inovações pedagógicas, precisa ser considerado como parte de um processo de renovação do ensino de Ciências e da educação em geral. Levar um ensino diferenciado a educação básica pressupõe superar velhos problemas que sempre são a tônica na fala dos professores da educação básica. Dificuldades com carga horária, salários incompatíveis com os designo da profissão, sala de aula com número excessivo de alunos, apatia desses alunos diante do conhecimento, exaustivas listas de conteúdo, entre outros aspectos são trazidos pelos docentes quando ao assunto é a prática em sala de aula. No caso desse estudo não foi diferente, todavia, ela teve uma conotação de desabafo nos momentos em que algum professor comentava algo nessa direção e não pode ser considerada como um entrave ou uma justificativa dos cursistas para dificultar a chegada da proposta em apreciação em sala de aula. Ao contrário, nas falas ficou evidente o desejo por contemplar o apresentado em suas atividades, mostrando que quando se apresentam propostas organizadas e a “ponto de uso” os professores passam a se sentir instigados a leva-las para a sala de aula.

Retomando o direcionamento da fala empregada nessa etapa das considerações finais, mencionamos que ao retomar e discutir cada um dos objetivos específicos dessa investigação, assim como sucintamente descrever os resultados associados as categorias analisadas, entendemos ter recursos para responder o questionamento central desse estudo. Concebemos que o diálogo que construímos entre a ACT amparada em Gérard Fourez (1997) e a Sociedade de Risco na perspectiva de Ulrich Beck (2011) potencializam a promoção de um ensino de Química voltado ao desenvolvimento da formação cidadã no ensino médio, ainda entendemos que para além das discussões teóricas essa articulação se revelou pertinente de ser operacionalizada em sala de aula, como evidenciado na voz dos professores a partir da avaliação da sequência didática. Reiteramos que o entendimento de formação cidadã defendido no texto é associado ao conhecimento (a capacidade de buscar informações e de aprender ao longo da vida) como necessidade fundamental para interagir na sociedade atual de maneira lúcida e autônoma, analisando a gama de variáveis atreladas a interpretação de uma situação real e considerando aspectos éticos, sociais, políticos e econômicos ao tomar posicionamentos e decisões.

Ainda, a partir do estudo realizado, manifestaram-se elementos essenciais para a ação docente orientada para a formação cidadã e recursos que precisam ser considerados na elaboração de materiais didáticos que visam atingir a formação integral dos estudantes com

vista no pleno exercício da cidadania. É necessário o entendimento da realidade global e local para a qual está se preparando o educando, contemplando elementos básicos do contexto real e exprimindo tais particularidades na proposta didática. O estudante precisa ser imerso em um contexto instigante, que o conduza a refletir e avaliar seu entorno, fazendo isso de forma interdisciplinar, autônoma, consciente e crítica. Bem como o espaço escolar, atrás das ações docentes, deve revelar a importância do conhecimento para a construção de tal entendimento, no qual o sujeito consiga transitar entre saberes teóricos e práticos para construir a sua interpretação, aprimorando essa habilidade constantemente. O material didático deve estar em sintonia com o contexto contemporâneo, com temáticas do mundo real, ser potencialmente significativo de forma a afetar e instigar o sujeito a pensar sobre o seu entorno. Ao docente é necessário clareza para planejar e precisão nos objetivos. Para culminar, reiteramos nossa defesa que para o ensino de Ciências com vista na formação cidadã os principais objetivos a serem perseguidos são a autonomia, o domínio, a comunicação e a consciência dos riscos.

O contexto de estudo investigado nessa tese ainda merece ser explorado com a aplicação da sequência didática elaborada e a análise dos dados produzidos pelos estudantes, e acreditamos ainda que com a emergência do negacionismo científico as pesquisas nesse campo revelam-se pertinentes e necessárias, e as discussões apresentadas nesse referencial teórico poderiam ser realinhadas contemplando prioritariamente o combate ao negacionismo científico.

Por fim, pontuo – e preciso fazer na primeira pessoa - a importância desse estudo para minha caminhada como pesquisadora, mas, sobretudo, como professora da educação básica e atuando na rede pública. Essa dupla vivência que está presente desde o curso de mestrado e que não se encerra na conclusão do doutorado, tem como concepção o de buscar meios para promover uma educação de qualidade voltada à formação de sujeitos críticos, participativos, éticos, conscientes e esclarecidos na sociedade. Dessa forma, destaco que as discussões que presenciei desde o mestrado, mas especialmente agora no doutorado me oportunizaram estar constantemente revendo minha ação pedagógica, planejando novas ações e intervenções no contexto escola e refletindo sobre o papel da educação, em especial da educação em Ciências/Química na vida dos estudantes. Posso dizer que minha ação como professora não é dissociada da de pesquisadora e isso está diretamente relacionada com a formação que tive a oportunidade de vivenciar ao longo do mestrado e do doutorado. A problemática que abordei nesse estudo e a possibilidade de solução aventada e discutida nas páginas desta tese, são fruto da minha vivência como professora e dos saberes que a doutoranda-pesquisadora teve a oportunidade de conhecer e de operacionalizar em prol de uma educação de qualidade. Posso dizer que, essa pesquisa foi arquiteta a partir de anseios que vivencio na escola, com os

problemas e desafios da realidade brasileira, e para além de fins acadêmicos se constitui como a minha formação continuada enquanto professora.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Bernardo; CORREIA, Walter; CAMPOS, Fábio. Uso da Escala Likert na análise de jogos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GAMES (SBGAMES), 10, 2011, *Anais...*, Salvador, BA, 2011. p. 1-5.
- AMARAL, Heloísa. *Turbinando 6* – sequência didática. 2009. Disponível em: <<https://www.escrevendoofuturo.org.br/conteudo/biblioteca/nossas-publicacoes/revista/artigos/artigo/1539/sequencia-didatica-e-ensino-de-generos-textuais>>. Acesso em: 26 mar. 2020.
- BALICA, Maria Elba de Paula; PRACIANO, Jonathan Dutra; MARANHÃO, Carlos da Silveira; SOUZA JUNIOR, Francisco Souto de; JULIÃO, Murilo Sérgio da Silva. O ensino de Química na formação cidadã: estudo de caso numa escola pública profissionalizante de Sobral-CE. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3, 2016, *Anais.....*Natal, RN, 2016.
- BASTOS, Lilia Alessandra Tardelli. *Bioética e sua contribuição para a formação do Enfermeiro*. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2018.
- BECK, Ulrich. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva. In: BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott; RIZEK, Cibele Saliba (Rev.). *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 2012. p. 11-87.
- BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.
- BERNARDINELLI, Silvia. *Nanotecnologia Verde em uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta didática WebQuest para a alfabetização científica na Educação Básica*. 2014. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2014.
- BOFF, Eva Teresinha de Oliveira; FRISON, Marli Dallagnol; SILVA, Vânia Patricia da; LOTTERMANN, Caroline Luana; DEL PINO, José Claudio. Situação de Estudo: Uma Possibilidade de Reconstrução de Teorias e Práticas Docentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6, 2007, Florianópolis. MORTIMER, E. F. (Org) *Anais...* Florianópolis, 2007. p. 1-12.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORGUINI, Renata Galhardo; TORRES, Elizabeth A. Ferraz da Silva. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. *Segurança Alimentar e Nutricional*, v. 13, n. 2, p. 64-75, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica*, Brasília: MEC, 2013.

BRASIL. Instituto Nacional de Estatísticas Educacionais. *Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros*. Brasília: MEC, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Ensino Médio, Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*, Brasília: MEC, 2002.

BROCK, Cátia. *A opção profissional pela licenciatura em Física: uma investigação acerca das origens desta decisão*. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

CARVALHO, Julyana Cardoso. *Questões sociocientíficas no contexto da formação inicial e continuada de professores de Ciências da Natureza*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências E Matemática. Universidade Federal Do Rio Grande Do Norte. Natal, RN, 2019.

CENCI, Angelo Vitório; MARCON, Telmo. Sociedades Complexas e desafios educativos: individualização, socialização e democracia. In: MÜHL, Eldon; DALBOSCO, Claudio; CENCI, Angelo (Orgs.). *Questões atuais da Educação: sociedade complexa, pensamento pós-metafísico, democracia e formação humana*. Ijuí: Editora Unijuí, 2016, p. 111-130.

CHARLOT, Bernard. *Relação com o saber, formação dos professores e globalização: questões para a educação hoje*. Porto Alegre: Artmed, 2005.

CORTEZ, Jucelino; DEL PINO, José Claudio. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza e o Enfoque CTS. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 2, p. 27-47, 2018.

COSTA, Raphael Rodrigues. *O papel do conhecimento científico na constituição do sujeito-aluno na educação de jovens e adultos*. 2013. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2013.

COUTINHO, Clara. LISBÔA, Eliana. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para a educação no XXI. *Revista de Educação*, v. XVIII, n. 1, p. 5-22, 2011.

CUNHA, Rodrigo Bastos. O que significa alfabetização ou letramento para os pesquisadores da educação científica e qual o impacto desses conceitos no ensino de ciência. *Ciência & Educação*, v. 24, n. 1, p. 27-41, 2018.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Martha. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2011.

DEMARCO, Daiana. *Ilha Interdisciplinar de Racionalidade: uma discussão sobre o funcionamento dos condicionadores de ar na escola*. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2018.

DICK, Ana Paula. *Aprender experimentando no contexto de uma formação continuada de professores dos anos iniciais*. 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação em Ensino, Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, RS, 2017.

DUARTE, Rosália. Entrevistas em pesquisas qualitativas. *Educar em Revista*, n. 24, p. 213-225, 2004.

DURKHEIM, Émile. *Educação e sociologia*. Trad. Lourenço Filho. 4. ed. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1955.

FABRI, Fabiane. *Formação continuada para o ensino de ciências na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): contribuições para professores dos anos iniciais*. 2017. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológico Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2017.

FAGUNDES, Vanessa Oliveira; MASSARANI, Luisa; CASTELFRANCHI, Yuri; MENDES, Ione Maria; CARVALHO, Vanessa Brasil de; MALCHER, Maria Ataide; MIRANDA, Fernanda Chocron; LOPES, Suzana Cunha. Jovens e sua percepção sobre *fake news* na ciência. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, v. 16, n. 1, e20200027, 2021.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade na formação de professores. *Revista do Centro de Educação e Letras da Unioeste*, v. 10, n. 1, p. 93-103, 2008.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. 11. ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.

FEIX, Rodrigo Daniel; LEUSIN JÚNIOR, Sergio; AGRANONIK, Carolina. *Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul - 2016*. Porto Alegre: FEE, 2016.

FERNANDES, Carolina dos Santos; STUANI, Geovana Mulinari. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. *Educação & Realidade*, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.

FERREIRA, Norma Sandra de. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. *Educação & Sociedade*, v. 23, n. 79, p. 257-272, 2002.

FONSECA, Eril Medeiros da; LINDEMANN, Renata Hernandez. Temática Agrotóxico na prática pedagógica de professoras de Ciências: das compreensões às possibilidades de intervenção. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 20, único, p. 1307-1337, 2021.

FOUREZ, Gérard. *A construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das Ciências*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

FOUREZ, Gérard. *Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1 reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciencias? *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.

FOUREZ, Gérard; MAINGAIN, Alain; DUFOUR, Barbara. *Abordagens didáticas da interdisciplinaridade*. Coleção Horizontes Pedagógicos, Instituto Piaget, 2002.

GAUDÊNCIO, Jéssica da Silva. A alfabetização científica e o letramento científico frente às *fake news* do novo coronavírus. *Educação, Cultura e Comunicação*, v. 12, n. 24, p. 413-425, 2021.

GIDDENS, Anthony. A vida em uma sociedade pós-tradicional. In: BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott; RIZEK, Cibele Saliba (Rev.). *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 2012. p. 89-166.

GIDDENS, Anthony. *As consequências da modernidade*. São Paulo: Editora Universidade Estadual Paulista, 1991.

GIDDENS, Anthony. *Modernidade e identidade*. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

GIDDENS, Anthony; BORGES, Maria Luíza X. de A. *Mundo em descontrolé*. 7. ed. Rio de Janeiro: Record, 2010.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GROOTAERS, Dominique; TILMAN, Francis. La iniciación científica em las tradiciones de la enseñanza técnica. In: FOUREZ, Gérard. *Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1 reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997. p. 153-168.

HABERMAS, Jürgen. Três modelos normativos de democracia. *Democracia – Lua Nova*, v. 36, p. 39-53, 1995.

JOTA, Ana Beatriz Francelino. *Reorientação curricular na disciplina Química via tema gerador: uma aproximação Freire-CTS*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2019.

JUNGES, Alexandre Luis; ESPINOSA, Tobias. Ensino de ciências e os desafios do século XXI: entre a crítica e a confiança na ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1577-1597, 2020.

LASH, Scott. A reflexividade e seus duplos: estrutura, estética, comunidade. In: BECK, Ulrich; GIDDENS, Anthony; LASH, Scott; RIZEK, Cibele Saliba (Rev.). *Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna*. 2. ed. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 2012. p. 167-258.

LEITE, Rosiane Resende. *Formação continuada para professores de Biologia sobre Natureza da Ciência e Tecnologia (NdC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)*. 2016. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2016.

LÉVI-STRAUSS, Claude. *O olhar distanciado*. Lisboa, Edições 70, 1983.

LIMA, Iêda Maria Sousa; SILVA, Adailma Costa da; SANTOS, Jakeline Costa; CRUZ, Julyana Gonçalves. O ensino de Química através de atividades experimentais em laboratório para estimular o saber construtivo dos alunos da escola Inácio Passarinho de Caxias –MA. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 19, 2018, *Anais...* Rio Branco, AC, 2018.

LIMA, Nathan Willig; NASCIMENTO, Matheus Monteiro. Nos becos da Episteme: caminhos confluentes para uma contra colonização didática em meio à crise da verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 36, n. 3, p. 589-598, 2019.

LOPES, Werner Zacarias. *O ensino de Ciências na perspectiva da alfabetização científica e tecnológica e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta*. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

LORENZETTI, Leonir. *Alfabetização científica no contexto das séries iniciais*. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

LUNA, Sérgio Vasconcelos. *Planejamento de pesquisa: uma introdução: elementos para uma análise metodológica*. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1996.

LUZ, Angela Ramos da. *O estudo de conceitos químicos em uma abordagem CTSA por meio da temática corantes têxteis*. 2017. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, GO, 2017.

MAESTRELLI, Sandra Godoi. *A abordagem CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: contribuições para o exercício da cidadania*. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, PR, 2018.

MARCELINO, Leonardo Victor. *Compreensões de professores sobre abordagens da biotecnologia no ensino de Química*. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. *Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARINELLI, Fábio. O terraplanismo e o apelo à experiência pessoal como critério epistemológico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1173-1192, 2020.

MARQUES, Adelma Francisca Mendes. *Alfabetização Científica na disciplina de Prática de Ensino de Ciências de um curso de Pedagogia*. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2018.

MARQUES, Ronualdo. *Pegada ecológica do lixo: desenvolvimento crítico, analítico e científico na educação ambiental de estudantes do 6º ano do ensino fundamental*. 2017. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2017.

MARTINS, Danielle Juliana Silva. *As repercussões do programa institucional de bolsa de iniciação à docência do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão pernambucano para a formação inicial do docente*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação em Ensino, Centro Universitário Univates, Lajeado, RS, 2016.

MATHEUS, Ilda Felix. *Concepções de Alfabetização Científica reveladas por Graduandos de um curso de Pedagogia*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2019.

MATHY, Philippe; FOUREZ, Gérard. La ambigua historia de las ciencias en la enseñanza. In: FOUREZ, Gérard. *Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1 reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997a. p. 189-203.

MATHY, Philippe; FOUREZ, Gérard. Percibir la dimensión ideológica de la enseñanza de las ciencias. In: FOUREZ, Gérard. *Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1 reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997b. p. 205-219.

MEGID NETO, Jorge; PACHECO, Décio. Pesquisas sobre o ensino de Física do 2º grau no Brasil. In: NARDI, Roberto (Org.). *Pesquisas em ensino de Física*. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 5-20.

MERÇON, Fábio. A experimentação no ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4, 2003. *Anais...* Bauru, SP, 2003.

MESQUITA, Nyuara Araújo da Silva; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. Aspectos históricos dos cursos de licenciatura em Química no Brasil nas décadas de 1930 a 1980. *Química Nova*, v. 34, n. 1, p. 165-174, 2011.

MILARÉ, Tathiane. *Ciências na 8ª série: da Química disciplinar à Química do cidadão*. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação

em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2008.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; COSTA, António Pedro. Fundamentos teóricos das técnicas de investigação qualitativa. *Revista Lusófona de Educação*, 40, p. 139-153, 2018.

MIRANDA, Marcos Cesar Rodrigues de. *Alfabetização Científica e Tecnológica com professores do Ensino Fundamental*. 2017. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2017.

MOHR, Adriana; MULINARI, Guilherme; VENTURINI, Tiago; CUNHA, Tiago Bonatelli da. Um singular plural: contribuições de Gérard Fourez para a educação em Ciências. *Revista Dynamis*, v. 25, n. 1, p. 164-179, 2019.

MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. *Análise textual discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí. 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora da UnB. 1999.

MORESI, Eduardo (Org.). *Metodologia de Pesquisa*. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. *Química Nova na Escola*, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.

MUENCHEN, Cristiane. DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". *Ciência & Educação*, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

NARDI, Roberto. ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. Formação da área de ensino de ciências: memórias de pesquisadores no Brasil. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 4, n. 1, p. 90-100, 2004.

NASCIMENTO, Lucy Mirian Campos Tavares. *Letramentos digitais docentes: uma proposta para a formação inicial de professores de Ciências e Biologia*. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2018.

NASCIMENTO, V. B. *Fundamentos e Metodologias do Ensino das Ciências da Natureza: Módulo 5*. Ilhéus: Editus, 2012.

NUNES, Albino Oliveira. *Possibilidades de enfoque CTS para o ensino superior de química: proposta de uma abordagem para ácidos e bases*. 2014. Tese (Doutorado em Química) - Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2014.

OLIVEIRA, Ana Carolina Dias de. *Alfabetização científica e tecnológica na formação inicial de professores de Química*. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

OLIVEIRA, Laércio Lúcio de. *Ensino de Matemática, CTS e formação para a cidadania: experiência vivenciada na comunidade de Três Marias, em Peri - Mirim/MA*. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2012.

OLIVEIRA, Leizi de Marchi. *Formação do pensamento científico durante o processo de alfabetização científica no ensino de teorias atômicas e elementos químicos*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológico Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, 2016.

OLIVEIRA, Loryne Viana de. *Percepções sobre ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de ciências da natureza: limites e possibilidades de uma ação didático-formativa*. 2019. Dissertação (Educação Profissional e Tecnológica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, GO, 2019.

OLIVEIRA, Rosilene dos Santos. *Um estudo à luz do enfoque CTSA nos currículos das licenciaturas em Química das Instituições Públicas de Ensino Superior do Estado do Paraná*. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 2020.

PENHA, Pedro Xavier da. *A presença do enfoque Ciência, Tecnologia E Sociedade (CTS) nos livros didáticos de Ciências utilizados nos Anos Finais do Ensino Fundamental na cidade de Ouro Branco/MG*. 2020. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2020.

PEREIRA, Felipe Prado Corrêa; GURGEL, Ivã. O ensino da Natureza da Ciência como forma de resistência aos movimentos anticiência: o realismo estrutural como contraponto ao relativismo epistêmico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1278-1319, 2020.

PIETROCOLA, Maurício; SOUZA, Carolina Rodrigues de. A sociedade de risco e a noção de cidadania: desafios para a educação científica e tecnológica. *Revista Linhas Críticas*, v. 25, p. 56-73, 2019.

PINHÃO, Francine; MARTINS, Isabel. Cidadania e Ensino de Ciências: questões para o debate. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 9-29, 2016.

PRADERIO, Florencia N.; LUZURIAGA, Mariana; FURMAN, Melina. Las Ciencias naturales en la educación primaria para jóvenes y adultos: representaciones sociales y prácticas de docentes transformadores. *Revista Interamericana de Educación de Adultos*, v. 41, n. 1, p. 87-110, 2019.

RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno. *Jovens na educação de jovens e adultos e sua interação com o ensino de Química*. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2009.

RICHETTI, Graziela Piccoli. *A automedicação como tema social no ensino de química para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica*. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2008.

RIO GRANDE DO SUL. *Diário Oficial da União*. Decreto nº 55.118, de 16 de março de 2020. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/decreto-55118.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

ROSA, Cleci Teresinha Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 58, n. 2, p. 1-24, 2012.

ROSA, Tiago Franceschini da. *O processo de construção de um game para o reconhecimento dos níveis de alfabetização científica e tecnológica no ensino de Química*. 2018. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2018.

ROSA, Tiago Franceschini da; LORENZETTI, Leonir; LAMBACH, Marcelo. Níveis de Alfabetização Científica e Tecnológica na avaliação de Química do Exame Nacional do Ensino Médio. *Educação Química: um ponto de vista*, v. 3, n. 1, p. 1-26, 2019.

SALES, R. S.; SANCHES, O. S.; COSTA, E. S. Dificuldades no ensino-aprendizagem de química: o caso do colégio Fernando Henrique, Monte Alegre – Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 14, 2016, *Anais...* Manaus, AM, 2016.

SANTOS, Alan Ferreira dos. Diários de Bordo: relatórios de uma prática investigativa de subjetividade e do mundo objetivo. *Psicologia*. 2018. Disponível em: <<https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A1173.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz dos. Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas. *Revista CTS*, v. 2, n. 6, p. 137-157, 2005.

SANTOS, Miriam Stassun dos. *Temas sociocientíficos em aulas práticas de Química na educação profissional: uma abordagem CTS*. 2011. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Scientific Literacy: A Freirean Perspective as a Radical View of Humanistic Science Education. *Science Education*, v. 93, n. 2, p. 361-382, 2008.

- SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.
- SASSERON, Lúcia Helena. *Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula*. 2008. Tese. (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2008.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SCHUHMACHER, Vera Rejane Niedersberg. *Limitações da prática docente no uso das tecnologias da informação e comunicação*. 2014. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.
- SILVA, Juliana Arruda da. *Contribuições da problematização como estratégia didática para a Alfabetização Científica (AC) nas aulas de Ciências*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2011.
- SILVA, Larissa Aparecida Rosendo da. *Saberes populares e Alfabetização Científica e Tecnológica: possibilidades e desafios para a formação continuada de professores de Ciências da Natureza*. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2020.
- SILVA, Osni Oliveira Norberto da. O trabalho docente e o enfrentamento das *fake news* e *fake knowledge*. *Revista espaço acadêmico*, n. 226, jan./fev., 2021. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/52993>>. Acesso em: 03 fev. 2022.
- SILVA, Valeria Gomes Campos da. *Concepções de Professores dos Anos Iniciais sobre Alfabetização e Letramento Científico*. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, SP, 2019.
- SILVA, Vinícius Carvalho da; VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Como as ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1041-1073, 2020.
- SOUSA FILHO, Alipio de. "A terra é plana". *Revista Inter-Legere*, v. 3, n. 29, p. c23426-c23426, 2020.
- SPERB, Paula. Alto índice de agricultores gaúchos com câncer põe agrotóxicos em xeque. *Folha de São Paulo*. 2022. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/equilibrioesaude/2016/08/1806007-alto-indice-de>>

agricultores-gauchos-com-cancer-poe-agrotoxicos-em-xeque.shtml>. Acesso em: 13 fev. 2022.

TARNOWSKI, Karoline dos Santos. *A História de Marie Skłodowska Curie viabilizando a Alfabetização Científica e Tecnológica*. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, SC, 2020.

TAUCHEN, Gionara Tauchen; FÁVERO, Altair Alberto; ALVARENGA, André Martins. Interdisciplinaridade: da simplificação ao pensamento complexo. *Educação e Filosofia*, v. 31, n. 62, p. 1011-1032, 2017.

TEIXEIRA, Jodenir Calixto. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas Três Lagoas-MS*, v. 2, n. 2, a. 2, p. 21-42, 2005.

TILMAN, Francis. Hacia una nueva cultura frente a las técnicas. In: FOUREZ, Gérard. *Alfabetización científica y tecnológica: a cerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. 1 reimp. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997. p. 169-188.

TOLEDO, Rosana Fernandez Medina. *Desvelando a presença do Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no curso superior de Gastronomia da Universidade Cruzeiro do Sul*. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro de Sul, São Paulo, SP, 2018.

TOTI, Frederico Augusto. *Educação Científica e Cidadania: as diferentes concepções e funções do conceito de cidadania nas pesquisas de Educação em Ciências*. 2011. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

VALENTE, Arnaldo César Magno; ARAÚJO, Davi Emanuel M. de; ZIENTARSKI. O ensino de Química no ensino médio no Brasil atual. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 5, 2018. *Anais...*, RECIFE, PE, 2018.

VILELA, Mariana Lima, SELLES, Sandra Escovedo. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, 2020.

WERNER DA ROSA, Cleci; OTERO, José. Influence of source credibility on students' noticing and assessing comprehension obstacles in science texts. *International Journal of Science Education*, v. 40, n. 13, p. 1653-1668, 2018.

YAMADA, Mayumi. *A mediação docente na produção de textos escritos em aulas de ecologia*. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2013.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

ANEXO A - Modelo do TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Alfabetização científica e tecnológica em uma sociedade de risco: análise de uma proposta para o ensino de química voltada à formação cidadã”, de responsabilidade da acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Educação – Doutorado, da Universidade de Passo Fundo, Luana Carla Zanelato do Amaral, sob a orientação da Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa. Esta pesquisa é desenvolvida em razão da necessidade de qualificação do processo ensino-aprendizagem em Química na Educação Básica. O objetivo do trabalho está em analisar a potencializada de uma proposta didática para o ensino de Química voltada a Alfabetização Científica e Tecnologia e a formação cidadã em uma sociedade de risco.

A pesquisa será desenvolvida por meio de um curso de extensão vinculado a Universidade de Passo Fundo e aberto aos professores da área de Ciências da Natureza da educação básica. A sua participação na pesquisa envolverá participar do curso de extensão, analisar a Sequência didática, responder ao questionário e participar de uma entrevista. O questionário é composto de assertivas, as quais você responder por meio de pontuação em escala Likert discordando ou concordando com a mesma. A entrevista será realizada de forma online, por meio de um diálogo, orientado por cinco questões acerca da sua opinião sobre a sequência didática. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão processadas de forma qualitativa e não será fornecido identificação do seu nome. Tais dados serão utilizados para fins acadêmicos sendo garantido o sigilo e confidencialidades das informações. Os dados serão destruídos após a pesquisa.

Você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e também não receberá pagamento para tal. Os riscos oferecidos pela pesquisa são mínimos, envolvendo possíveis desconfortos como stress ou cansaço mental ao responder o questionário ou durante a realização das atividades. Caso seja identificado algum sinal de desconforto é necessário que você informe a pesquisadora/professora para que os encaminhamentos necessários sejam realizados. Os benefícios da pesquisa estão ligados a formação continuada, contribuição para qualificar o processo de ensino-aprendizagem em Química e repensar as práticas pedagógicas presentes na escola.

Caso você tenha dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam no presente termo, e caso considerem-se prejudicados na sua dignidade e autonomia, você pode entrar em contato com a pesquisadora Dra. Cleci Teresinha Werner da Rosa pelo telefone (54) 3316-8350, ou com o Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo pelo telefone (54) 3316-8100. Podem, ainda, sendo este seu desejo, consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF, pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 08h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Comitê está localizado no Campus I da Universidade de Passo Fundo, na BR 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade.

Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a autorização. Informamos que este Termo também é assinado pelas pesquisadoras responsáveis, é emitido em duas vias, das quais uma ficará com você e a outra com as pesquisadoras.

Passo Fundo, ____ de ____ de _____.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Assinatura da pesquisadora: _____

ANEXO B - Exemplo de certificado do curso de extensão

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
VICE-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E ASSUNTOS COMUNITÁRIOS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS GEOCIÊNCIAS



CERTIFICADO

Certificamos que _____, participou do Curso de Extensão: Alfabetização Científica e Tecnológica, promovido pelo Instituto de Ciências Exatas e Geociências da Universidade de Passo Fundo, ocorrido no período de 04 de setembro a 22 de outubro de 2021 com carga horária total de 30 horas.

UPPF

O Curso foi aprovado pela Câmara de Extensão em 06 de julho de 2021, ata nº 406.2021

Passo Fundo - RS, 03 de novembro de 2021.

		
Luiz Marcelo Darroz Diretor ICEG	Cleci Teresinha Werner da Rosa Coordenadora do Curso	Adriana Bragagnolo Coordenadora da Divisão de Extensão

PROGRAMAÇÃO:

04/09 - Alfabetização Científica e Tecnológica em Gerard Fourez;

11/09 - Sociedade de Risco em Ulrich Beck; 18/09 - Painel para debate dos referenciais teóricos;

25/09 - Apresentação da sequência didática para abordar o tema "Agrotóxico" estruturada com base na ACT;

02/10 - Painel sobre Agrotóxicos nos alimentos;

16/10 - Seminário de debate sobre a sequência didática elaborada;

22/10 - Atividades avaliativas.

APÊNDICE A - Questionário Google Forms

Instrumento para Avaliação da Sequência Didática

Prezado avaliador,

Chegamos à etapa do curso de Alfabetização Científica em que você está sendo convidado a participar como avaliador da sequência didática elaborada a partir da Alfabetização Científica e Tecnologia na voz de Gerard Fourez, juntamente com a compreensão do contexto contemporâneo defendido por Ulrich Beck - Sociedade de Risco, com vista no desenvolvimento da formação cidadã, a sequência didática versa sobre a temática Agrotóxico e está destinada ao Ensino Médio, como já amplamente discutidos nos encontros do curso de extensão.

Abaixo está o instrumento para a avaliação da sequência didática, o qual conta com assertivas que serão avaliadas de acordo com seu grau de concordância em escala Likert de cinco pontos.

Lembramos que sua participação é fundamental para o desenvolvimento do estudo, ao que agradecemos imensamente.

Luana Amaral – doutoranda PPGEdU
Cleci T. Werner da Rosa – orientadora
Aline Locatelli - coorientadora

*Obrigatório

E-mail *

1. A sequência didática favorece o desenvolvimento do senso crítico e da argumentação.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

2. A proposta estimula o pensamento reflexivo acerca de situações do mundoreal.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

3. A sequência didática contribui na formação dos estudantes para que tenham condições de fazer julgamentos e tomar iniciativas quando se deparam com problemas reais.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

4. A sequência didática tem potencialidade para favorecer a capacidade do sujeito de se posicionar racionalmente quando se depara com situações problemáticas.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

5. A sequência didática tem potencial de contribuir para os estudantes possam propor alternativas criativas acerca de situações vivenciais.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

6. A proposta permite a compreensão da ciência como propulsora da inovação tecnológica.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

7. A abordagem contextualizada e interdisciplinar do conteúdo químico na sequência didática potencializa o desenvolvimento de habilidades que permitem ao estudante recorrer ao conteúdo escolar para melhor interpretar e decidir acerca de problemas reais.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

8. A sequência didática promove discussões que contribuem para que os sujeitos compreendam a importância de participar em debates éticos e econômicos no contexto da sociedade.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

9. A sequência didática contribui para a constituição de uma cultura científica nos estudantes.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

10. A intervenção proposta permite a visualização de aspectos históricos e humanistas da ciência.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

11. A sequência didática favorece o desenvolvimento da compreensão de diferentes tipos de textos e meios de comunicação.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

12. A sequência didática favorece o desenvolvimento de modelos teóricos para melhor interpretar situações reais.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

13. A intervenção proposta evidencia a importância de o cidadão saber dialogar com seus pares e com especialistas e demonstra, com clareza, a relevância dos especialistas na compreensão de situações científicas.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

14. A sequência didática tem potencial para desenvolver a argumentação, a escrita e a oralidade.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

15. A sequência didática favorece o desenvolvimento da compreensão sobre a relevância do cidadão participar de debates sobre situações do seu entorno.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

16. A sequência didática favorece a compreensão de que as decisões devem ser coletivas.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

17. Na atividade proposta, a discussão estabelecida pontua aspectos positivos e negativos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, além das manifestações de risco a eles associados.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

18. A sequência didática permite que os estudantes vislumbrem aspectos de risco associados a tomadas de decisões.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

19. A intervenção proposta favorece o entendimento do contexto de modernidade reflexiva em que a sociedade se encontra e de como isso pode resultar em novas inseguranças para os cidadãos.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

20. A sequência didática permite o estudante vislumbrar que no contexto contemporâneo, algumas situações geram consequências que nem mesmo especialistas preveem ou possuem respostas seguras, sendo esse um elemento significativo da sociedade de risco.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

21. A intervenção proposta valoriza a relação cidadania-conhecimento.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

22. A sequência didática estimula o desenvolvimento do senso de responsabilidade, a conscientização dos deveres individuais para ações e projetos coletivos em escala local ou global.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

23. A sequência didática contribui para a emancipação dos sujeitos acerca desituações e fenômenos que envolvem ciência e tecnologia.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

24. A proposta de intervenção traz à tona fatores éticos, sociais, econômicos e políticos associados à cidadania.

- Discordo.
- Discordo parcialmente.
- Não discordo nem concordo.
- Concordo parcialmente.
- Concordo.

25. A sequência didática discute a ciência em cena na modernidade reflexiva, na qual o leigo precisa compreender e participar de decisões que envolvem aspectos da ciência e da tecnologia.

- Discordo.
 - Discordo parcialmente.
 - Não discordo nem concordo.
 - Concordo parcialmente.
 - Concordo.
-

APÊNDICE B - Questionário Inicial integrante do Material de Apoio aos Professores



Prezado estudante,

Abaixo é apresentado um questionário de Alfabetização científica e Tecnológica, solicitamos que faça a leitura e responda marcando um “X” as questões objetivas, e explanando suas respostas nas questões subjetivas.

Situação 01

Se você for ao médico, e após ele realizar uma investigação sobre seu estado de saúde determinar que durante sete dias é necessário a ingestão de 180 mg do medicamento (o qual tem parte do rótulo ao lado) a cada 7 horas. A cerca disso responda:



01. Ao olhar o receituário dado pelo médico e o rótulo/bula do medicamento você:
 - a. Vai entrar em contato com o médico/farmacêutico pedindo quantos mL deve ser ingerido a cada 7 horas;
 - b. Encontrará um método de verificar a quantidade que você deve ingerir a cada sete horas;
 - c. Solicitará auxílio de um familiar ou amigos para descobrir quanto você deve ingerir;
 - d. Irá ingerir “um pouco” do medicamento a cada sete horas.

02. Qual a quantidade correta do medicamento que deve ser ingerida a cada 7 horas? Justifique a fonte de conhecimento que você se amparou para tomar essa decisão. 18 mL
 - a. 3,6 mL
 - b. 5 mL
 - c. 50 mL

Situação 02

03. O bairro que você mora o sistema de esgoto é precário, parte corre a ‘céu aberto’, tem mau cheiro, muitas crianças brincam nas imediações, e ainda há problemas nos dias de chuva com alagamentos: Acerca dessa situação responda:
- Você como morador do bairro terá como atitude:
 - Nenhuma, isso é problema para as entidades governamentais;
 - Canalizar, com recursos próprios o esgoto na sua casa até um riacho próximo, o que evitará acúmulo de água em frente à sua casa, resolvendo assim seu problema;
 - Organizar um grupo representativo do bairro e reivindicar com os órgãos responsáveis a solução do problema;
 - Considera necessária a organização dos moradores do bairro na busca por uma solução, porém não irá se envolver nisso.
04. Sobre ter esgoto a ‘céu aberto’ isso ocasiona risco de problemas de saúde para os moradores/você? Justifique a fonte de conhecimento que você se amparou para tomar essa decisão.
- Não apresenta nenhum risco.
 - Só oferece risco aqueles que tem contato com o esgoto na pele.
 - Raramente causa diarreia em algumas crianças que brincam pelo esgoto, isso pode ser resolvido com os responsáveis evitando com que as crianças brinquem no esgoto.
 - Oferece riscos à saúde de todos, favorece a proliferação de animais e insetos e a contaminação por bactérias e microrganismos que podem gerar várias doenças.
05. Acerca desse problema você acharia necessário fazer uma reunião entre os moradores discutindo a situação e suas consequências:
- Sim, iria propor a reunião e buscar mais informações sobre esse problema para colocar em discussão além de propor um meio para resolvê-lo;
 - Não tem necessidade, não iria nem participar da reunião;
 - Sim, iria participar e colocar meu ponto de vista;
 - Sim, deveria vir um especialista e esclarecer sobre o assunto.

Situação 03

Sobre o uso crescente de agrotóxicos e evolução da produção agrícola no Brasil

É “lugar comum”, nas manifestações daqueles que são contrários ao uso de agrotóxicos, afirmar que “Cada brasileiro CONSOME ‘x’ litros de agrotóxico por ano”. Como se a totalidade dos agrotóxicos aplicados nas LAVOURAS brasileiras (estas sim as reais consumidoras daqueles produtos), fosse parar diretamente nos copos e pratos da população. Falar em consumo de agrotóxico “per capita” não faz qualquer sentido. Faria sentido se se tratasse de medir o consumo de vinho, de leite, refrigerantes ou cervejas.

Para fazer sentido, o consumo de agrotóxicos deve ser medido em relação à ÁREA CULTIVADA e à PRODUÇÃO AGRÍCOLA e, não, em relação à população do país.

O Brasil é o segundo maior produtor de alimentos no mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos. E a área cultivada no nosso país mantém-se em ritmo crescente ano a ano, assim como a produtividade agrícola, esta graças ao incremento da tecnologia de produção.

É coerente, portanto, que, para atingir e aumentar os índices de produtividade em área tão extensa, seja também crescente o uso de insumos modernos, como agrotóxicos, fertilizantes, sementes certificadas, etc.

Conforme informa a ABRASCO – Associação Brasileira de Saúde Coletiva – em seu conhecido e denso “Dossiê”, no período de 2002 a 2011 o consumo de agrotóxicos no Brasil cresceu 42% (599,5 milhões de litros em 2002 e 852,8 milhões de litros em 2011). Tal crescimento nominal, de 42%, tem sido considerado pela ABRASCO e outras entidades como um acontecimento catastrófico e alarmante. No entanto, para contextualizar melhor o aumento do consumo de agrotóxicos é necessário levar em conta aqueles outros dois fatores cruciais (deixando de lado o número de habitantes, que não tem nada a ver com o caso, como já citado). São eles a EVOLUÇÃO DA ÁREA CULTIVADA e a EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA.

Segundo os dados do IBGE (Sistema SIDRA), a área cultivada com culturas permanentes e temporárias – hortifrutigranjeiros não incluídos- cresceu 25%, no período de 2002 a 2011 (54,5 milhões de hectares em 2002 e 68,1 milhões de hectares em 2011). Portanto, se levado em conta o aumento da área cultivada, o crescimento do consumo nominal de agrotóxicos – por área plantada – já seria de somente 13,6% (11 litros / hectare em 2002 e 12,5 litros / hectare em 2011).

Há, porém, ainda, que levar em conta, na análise do caso, a evolução da PRODUTIVIDADE daquelas culturas, no mesmo período.

Usando os mesmos dados do IBGE, verifica-se que o aumento de produtividade (2002-2011) foi de 45,7% (9,8 ton/ha em 2002 e 14,4 ton/ha em 2011). Como consequência da combinação do aumento da área e do aumento da produtividade, o aumento da PRODUÇÃO foi de 82,2%. (538,4 milhões de toneladas em 2002 e 981,2 milhões de toneladas em 2011).

Portanto, o aumento de consumo absoluto de agrotóxicos foi plenamente compensado pelo aumento da produção agrícola, para o qual, aliás, os agrotóxicos são, inquestionavelmente, fator contribuinte relevante, ao lado de outros avanços tecnológicos.

Tal compensação se evidencia ao se correlacionar o consumo de agrotóxicos com a produção agrícola, como demonstram os números a seguir:

Consumo de agrotóxicos em 2002: 599,5 milhões de litros. Produção das lavouras temporárias e permanentes em 2002: 538,4 milhões de toneladas. Litros agrotóxicos/tonelada de produto agrícola em 2002: 1,11.

Consumo de agrotóxicos em 2011: 852,8 milhões de litros. Produção das lavouras temporárias e permanentes em 2011: 981,2 milhões de toneladas Litros agrotóxicos/tonelada de produto agrícola em 2011: 0,87.

Portanto, se adotarmos como parâmetro “litros de agrotóxico por tonelada produzida”, houve na verdade uma REDUÇÃO relativa, de 21,6% no uso de agrotóxicos entre 2002 e 2011. A Agricultura brasileira produziu mais, com menos. 2011

Texto disponível em: <<http://sindag.org.br/sobre-o-uso-crescente-de-agrotoxicos-e-evolucao-da-producao-agricola-no-brasil/>>. Acesso em: 17 out. 2019.

06. Descreva seu entendimento acerca do texto.

07. Sobre o texto você acredita que:

- a. Talvez expresse uma leitura tendenciosa acerca da realidade, visto que foi escrito por uma instituição que tem interesse na utilização de agrotóxicos na produção agrícola.
- b. Apresenta os números verdadeiros e faz uma releitura que contempla uma visão ampliada acerca do uso de agrotóxicos e a produção de alimentos.
- c. Todos os números dispostos no texto são falsos.
- d. Os números apresentados no texto são verdadeiros, já que é uma publicação da internet.

08. Considerando dois vieses acerca dos agrotóxicos, malefícios ao meio ambiente e a saúde; aumento da produtividade de alimentos, maior acesso aos alimentos e menor preço; você se sente em condições de tomar uma decisão sobre manter ou uso ou proibir os agrotóxicos? Argumente acerca da sua resposta.

Situação 04

POLUIÇÃO DO AR



Guterres diz que “não há tempo a perder” em Dia Mundial do Meio Ambiente

5 junho 2019 | **Mudança climática**

Secretário-geral pede ação para proteger o ambiente e disse que esta é a batalha das nossas vidas; [tema das celebrações desse ano é poluição do ar](#); país anfitrião é a China onde projeto de bicicletas é exemplo internacional.

▶ **Audio - 1'17"** + **Lista de áudio**

Foto: OMM/Alfred Lee

Reportagem ONU News. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/tags/poluicao-do-ar>>. Acesso em: 17 out. 2019.

09. O que consiste a poluição do ar?

10. Como podemos evitar a poluição do ar? As políticas públicas podem contribuir para auxiliar na redução da poluição atmosférica? Como?

11. A opção pelo uso do combustível etanol (álcool comum) ou gasolina tem consequências ambientais? Explique sua resposta.

12. Qual critério você utilizaria para optar pela utilização do Etanol (álcool comum) ou Gasolina no seu veículo?

13. Há maneiras do poder público, por meio de políticas adequadas, contribuir para redução da poluição do ar?

- a. O governo não tem nada a ver com isso, evitar a poluição é responsabilidade individual de cada cidadão.
- b. A responsabilidade de encontrar meios de reduzir a poluição é totalmente dos governantes, e a população não deve se envolver com isso.
- c. O governo precisa desenvolver políticas públicas com vista na preservação ambiental, como por exemplo, o incentivo ao uso de transporte público, rede e tratamento de esgoto doméstico, fiscalização sobre tratamento de resíduos empresas.
- d. A poluição é uma consequência do desenvolvimento industrial e tecnológico, e nem o poder público e nem cidadão podem fazer nada para amenizar esse problema.

Obrigada pela sua participação!

APÊNDICE C - Questionário Final integrante do Material de Apoio aos Professores



Prezado estudante,

Abaixo é apresentado um questionário de Alfabetização científica e Tecnológica/02, solicitamos que faça a leitura e responda marcando um “X” as questões objetivas, e explanando suas respostas nas questões subjetivas.

Situação 01

Leia o fragmento da notícia publicada pelo Ministério da Saúde:

Idosos serão os primeiros a receber vacina contra gripe

Publicado: Segunda, 09 de Março de 2020, 21h15
Última atualização em Terça, 10 de Março de 2020, 14h39

[Tweeter](#) [Curtir 301](#)

Na primeira fase da campanha, com início em 23 de março, também entram trabalhadores de saúde, que estão na linha de frente do atendimento à população. O Dia D será em 9 de maio

O Ministério da Saúde inverteu a ordem de público-alvo da Campanha Nacional de Vacinação contra Influenza. Primeiro, serão vacinados os idosos e os trabalhadores de saúde, que atuam na linha de frente do atendimento à população. A decisão da pasta é mais uma medida de proteção a esses públicos, em especial aos idosos, já que a vacina é uma proteção aos quadros de doenças respiratórias mais comuns, que dependendo da gravidade pode levar a óbito. Outra preocupação é evitar que as pessoas acima de 60 anos, público mais vulnerável ao coronavírus, precise fazer deslocamentos no período esperado de provável circulação do vírus, no país. A primeira fase da campanha começa no dia 23 de março, em todo o Brasil.

Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46518-idosos-serao-os-primeiros-a-receber-vacina-contragripe>>. Acesso em: 12 mar. 2020.

01. Por qual motivo os idosos pertencem ao grupo de risco.

Ao final da campanha de vacinação, em geral, a vacina é liberada para toda a população.

Quando você pode tomar a vacina, você opta por fazê-la ou não? Quais critérios e fontes você utilizada para amparar sua decisão sobre tomar a vacina?

Situação 02

Quando você está em sala de aula em um dia de verão de calor ameno, e o espaço tem ar condicionado em boas condições de uso, porém você também pode optar por abrir as janelas e porta para refrescar o espaço.

02. Qual possibilidade você adota?

- a. Deixar a sala fechada e ligar o ar condicionado.
- b. Deixar o ar desligado e a porta e as janelas abertas.
- c. Deixar o ar ligado e a porta e as janelas abertas.

03. Baseado em quais critérios você tomou a decisão acerca da indagação acima?

04. Quais fatores (econômicos, ambientais, de saúde...) estão associados ao uso do ar condicionado?

Situação 03

Alimentos orgânicos



Disponível em: <<https://blogs.canalrural.com.br/agronomia/2018/12/06/por-que-os-alimentos-organicos-sao-tao-caros/>>.

05. O que são alimentos orgânicos?

06. Ao adquirir um produto você opta pelo comum ou pelo orgânico? Quais critérios você avalia para tomar a decisão?

07. Qual alimento (comum ou orgânico) você julga ser mais adequado para consumo humano e para o meio ambiente? Em qual fonte de conhecimento você se baseia para tomar essa decisão?

08. Você considera que o cultivo exclusivamente de produtos orgânicos é uma boa alternativa para produção de alimentos em nível mundial? Justifique.

Situação 04



Transgênico é sinônimo para a expressão "Organismo Geneticamente Modificado" (OGM). É um organismo que recebeu um gene de outro organismo doador. Essa alteração no seu DNA permite que mostre uma característica que não tinha antes. A transgenia é uma evolução do melhoramento genético convencional, que permite transferir características de interesse agrônomo entre espécies diferentes, com o objetivo de torná-las resistentes a doenças ou mais nutritivas, entre outras inúmeras aplicações. [\[+\] Leia mais](#)

Reportagem extraído do site da EMBRAPA. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>>. Acesso em: 19 out. 2019.

09. Sobre o uso de organismos transgênicos na agricultura, pontue aspectos positivo e negativo.

10. Nos dias atuais a modificação genética é muito usada nas pesquisas e tecnologias agrícolas. Você acha que esse tipo de pesquisa pode e é importante também para avanços na área de saúde humana? Que avanços poderia trazer e em que aspectos podem oferecer riscos?

Obrigada pela sua participação!

APÊNCIDE D - Cronograma do curso de extensão: Alfabetização Científica e Tecnológica



Curso de Extensão



Alfabetização Científica e Tecnológica

Luana Zanelato Amaral

Aline Locatelli – Cleci Werner da Rosa

TEMAS

- Discussões teóricas envolvendo: Alfabetização Científica e Tecnológica na perspectiva de Gérard Fourez; Sociedade de Risco da perspectiva Ulrich Beck; Formação Cidadã.
- Apresentação e discussão de uma sequência didática para o Ensino Médio, voltada ao ensino de Química (Ciências da Natureza) e apoiada nas discussões anteriores;
- Apresentação de um instrumento para avaliar sequências didáticas em especial para a apresentada;
- Avaliação da sequência didática apresentada;
- Seminário final.

ENCONTROS

Tema	Data
Apresentação da proposta	04/09
Referenciais teóricos - ACT (Fourez)	11/09
Referenciais teóricos – SR (Beck)	
Sequência didática	25/09
Sequência didática	02/10
Seminário final	16/10
Entrevista com os participantes	Durante mês de outubro



PPGEdu
Programa de Pós-Graduação
em Educação



PPGECM
Programa de Pós-Graduação
em Ciências e Matemática

APÊNDICE E - Material de Apoio aos Professores na forma de Produto Educacional

**Sequência didática
para abordar o tema
"Agrotóxico" estruturada
com base na ACT**



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAR O TEMA
“AGROTÓXICO” ESTRUTURADA COM BASE NA ACT**

Luana Carla Zanelato Amaral

Aline Locatelli

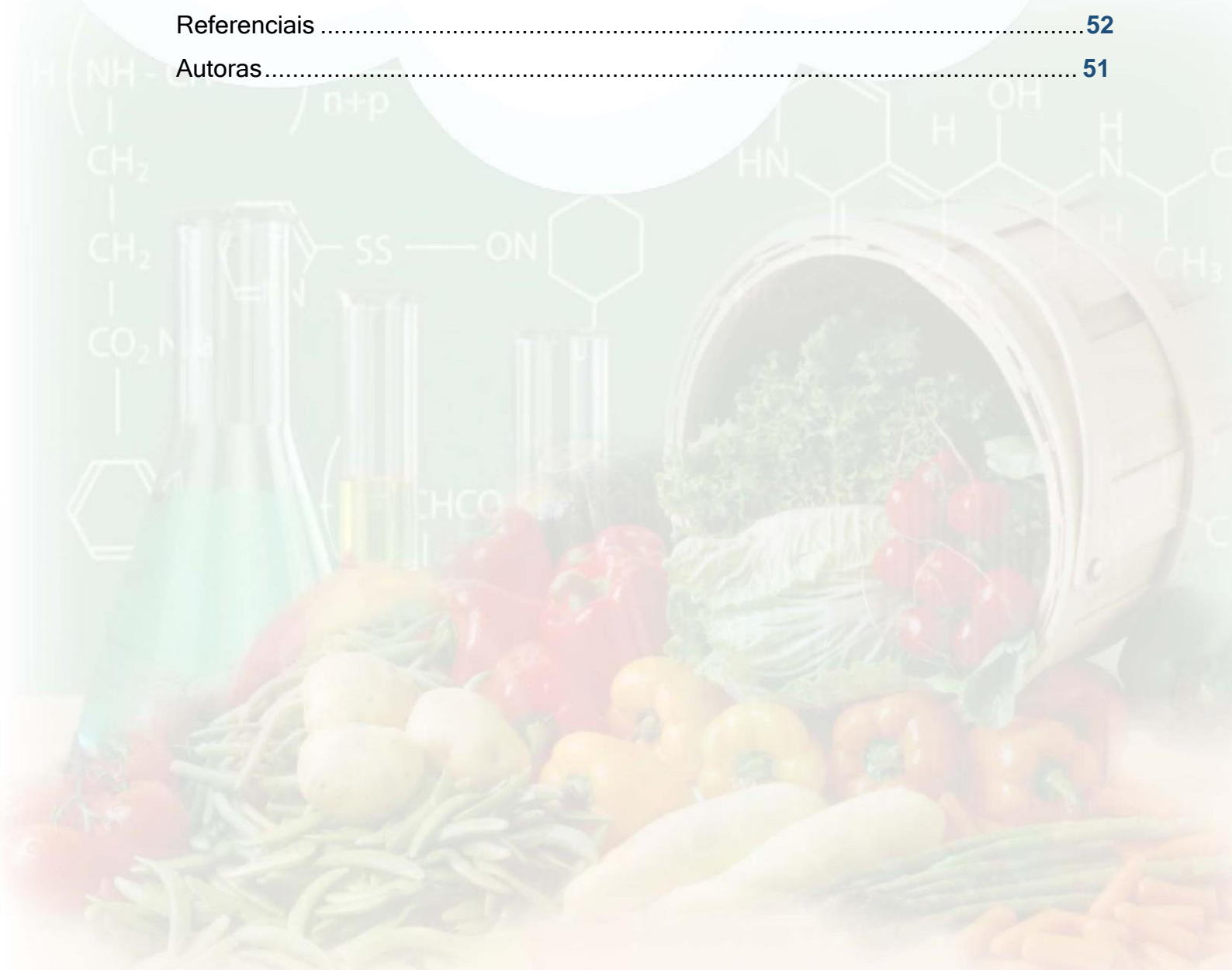
Cleci Teresinha Werner da Rosa

Passo Fundo

2022

Sumário

Apresentação	4
Questionário inicial	6
Aula 01: Agrotóxicos	12
Aula 02: Química dos agrotóxicos	17
Aula 03: Solubilidade dos compostos orgânicos	22
Aula 04: Agrotóxicos no organismo	27
Aula 05: Alimentos orgânicos	32
Aula 06: Níveis de produção agrícola X fome mundial	36
Aula 07: Transgênicos	42
Aula 08: Apresentação do trabalho no campo/agricultura	46
Questionário final	47
Referenciais	52
Autoras	51



Apresentação



Este material se refere a uma sequência didática elaborada para abordar o tema “Agrotóxico” no ensino médio a partir da perspectiva da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) na compreensão de Gérard Fourez voltada a formação cidadã, acrescida das discussões sobre Sociedade de Risco (SR) em Ulrich Beck. A proposta reúne um conjunto de atividades organizadas em oito encontros, apresentando, inicialmente, orientações ao professor e, posteriormente, material para uso dos estudantes.

A sequência didática está pautada no entendimento preconizado por Fourez (1997) de que os conhecimentos discutidos em sala de aula – no âmbito das Ciências – devem estar alinhados com os avanços científicos e tecnológicos da sociedade contemporânea, a fim de que se possa dotar os sujeitos de instrumentos para interagir com a tecnologia de forma crítica, ética e responsável.

Essa compreensão revela que o ensino de Ciências deve perseguir o desenvolvimento e a obtenção de conhecimentos científicos que permitam a compreensão da realidade de maneira autônoma e crítica, tendo como finalidade o domínio, a autonomia e a comunicação dos saberes. A isso agregamos a necessidade de que a tomada de decisão envolva discussão sobre os riscos, não apenas no contexto individual, mas também social, tudo isso contribuindo para uma formação cidadã. Esse acréscimo está amparado nas discussões acerca do contexto de pós-modernidade, ou modernidade reflexiva, de Giddens (1991) e Beck (2011).

Uma característica relevante dentro do cenário de modernidade consiste nos riscos associados aos eventos, com destaque às situações que envolvem aspectos de ciência e tecnologia. Esses fatores, que em outros contextos de modernidade estavam vinculados somente à solução de problemas, hoje ganham novas particularidades, pois cada vez mais os avanços da ciência e da tecnologia trazem riscos e outros problemas, em muitos casos, ameaças em escalas globais. A essa conjuntura, que Beck (2011) denomina de *sociedade de risco*, todos (especialista e leigos) estão

submetidos e, portanto, precisam ter condições de compreender tais fenômenos e processos por completo. Logo, os riscos atrelados à tomada de decisões são postos em análise.

De maneira geral, pode-se dizer que o material está orientado à compreensão da formação cidadã oportunizada pela ACT, agregada à reflexão dos estudantes sobre os riscos que a sociedade contemporânea produz para sua própria sobrevivência.

Para tanto, o material apoia-se em uma estrutura didática organizando cada encontro em três momentos, aproximando-se do proposto por Delizoicov e Angotti (1991). Todavia, se diferenciando desse por estruturar cada

encontro em três momentos, enquanto, os autores apresentam uma proposta para organizar toda sequência didática em três momentos. Nessa adaptação, procede-se novo ajuste em termos do modo como cada momento apresenta os tópicos e atividades. A problematização, por exemplo, e primeiro momento

no entendimento de Delizoicov e Angotti (1991), é ajustado para uma situação-problema que não necessariamente parte do trazido pelos alunos para o contexto da sala de aula, mas de situações que a professora a partir das falas dos alunos pode considerar pertinente abordar ou no caso do presente material foi considerado com problematizador pelas autoras. Da mesma forma, tem-se a terceira etapa que, no entender de Delizoicov e Angotti (1991), dá-se mediante a sistematização do conhecimento retomando

ao problema apresentado inicialmente. Na adaptação apresentada no presente material, procede-se a essa sistematização com variadas atividades de natureza avaliativa e integrativas dos assuntos contemplados no encontro.

As adaptações realizadas levam a respeitar de forma mais geral o proposto por Delizoicov e Angotti (1991), ajustando a sequência às necessidades do estudo e da realidade vivenciada na escola.

Por fim, menciona-se que o material inicia pela apresentação de um “Questionário Inicial” que objetiva verificar quais os conhecimentos que os estudantes apresentam antes de iniciar a sequência didática. A exemplo desse questionamento, ao final da atividade tem-se o “Questionamento Final” cujo intuito está em avaliar os conhecimentos construídos pelos estudantes com o desenvolvimento das atividades.

Questionário inicial



Orientações ao professor



Anteriormente ao desenvolvimento da sequência didática, sugerimos a aplicação do questionário inicial. Esse instrumento auxiliará no processo de sondagem diagnóstica acerca do nível de compreensão prévia dos estudantes quanto aos temas abordados no decorrer das atividades. Além disso, dará subsídios para avaliar os avanços de cada um deles ao longo dos encontros.

Questionário inicial

Situação 01

Você foi ao médico e, após realizar uma investigação sobre seu estado de saúde, ele determinou que durante sete dias, a cada sete horas, é necessário ingerir 180 mg do medicamento cujo rótulo é apresentado à direita. Acerca disso, responda:



01. Ao olhar o receituário fornecido pelo médico e o rótulo/bula do medicamento, você:
 - a. Vai entrar em contato com o médico/farmacêutico questionando quantos mL devem ser ingeridos a cada sete horas.
 - b. Encontrará um método de verificar a quantidade que deve ingerir a cada sete horas.
 - c. Solicitará auxílio de um familiar ou amigo para descobrir quanto você deve ingerir.
 - a. Irá ingerir “um pouco” do medicamento a cada sete horas.

02. Qual a quantidade correta do medicamento que deve ser ingerida a cada sete horas? Informe a fonte de conhecimento na qual você se amparou para tomar essa decisão.
 - a. 18 mL
 - b. 3,6 mL
 - c. 5 mL
 - d. 50 mL

Situação 02

No bairro onde você mora o sistema de esgoto é precário, parte corre a “céu aberto”, tem mau cheiro, muitas crianças brincam nas imediações, e ainda há problemas nos dias de chuva com alagamentos. Acerca dessa situação, responda:

03. Como morador do bairro, você:
- Não tomará atitude alguma, pois isso é problema para as entidades governamentais.
 - Canalizará, com recursos próprios, o esgoto da sua casa até um riacho próximo, o que evitará acúmulo de água em frente à sua residência, resolvendo assim seu problema.
 - Organizará um grupo representativo do bairro e reivindicar a solução do problema aos órgãos responsáveis.
 - Considera necessária a organização dos moradores do bairro na busca por uma solução, porém não irá se envolver nisso.
04. A existência de esgoto a “céu aberto” ocasiona risco de problemas de saúde para os moradores/você? Informe a fonte de conhecimento na qual você se amparou para tomar essa decisão.
- Não apresenta risco algum.
 - Só oferece risco àqueles que têm contato com o esgoto na pele.
 - Raramente causa diarreia em algumas crianças que brincam pelo esgoto, e isso pode ser resolvido com os responsáveis, evitando que elas façam isso.
 - Oferece riscos à saúde de todos, favorece a proliferação de animais e insetos e a contaminação por bactérias e microrganismos que podem gerar várias doenças.
05. Diante desse problema, você consideraria necessário realizar uma reunião entre os moradores discutindo a situação e suas consequências?
- Sim, iria propor a reunião e buscar mais informações sobre esse problema para colocar em discussão, além de propor um meio de resolvê-lo.
 - Não vejo necessidade, nem iria participar da reunião.
 - Sim, iria participar e colocar meu ponto de vista.
 - Sim, e um especialista poderia participar para nos esclarecer sobre o assunto.

Situação 03

Sobre o uso crescente de agrotóxicos e evolução da produção agrícola no Brasil

É “lugar comum”, nas manifestações daqueles que são contrários ao uso de agrotóxicos, afirmar que “Cada brasileiro CONSOME ‘x’ litros de agrotóxico por ano”. Como se a totalidade dos agrotóxicos aplicados nas LAVOURAS brasileiras (estas sim as reais consumidoras daqueles produtos) fosse parar diretamente nos copos e pratos da população. Falar em consumo de agrotóxico “per capita” não faz qualquer sentido. Faria sentido se se tratasse de medir o consumo de vinho, de leite, refrigerantes ou cervejas.

Para fazer sentido, o consumo de agrotóxicos deve ser medido em relação à ÁREA CULTIVADA e à PRODUÇÃO AGRÍCOLA, e não em relação à população do país.

O Brasil é o segundo maior produtor de alimentos no mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos. E a área cultivada no nosso país mantém-se em ritmo crescente ano a ano, assim como a produtividade agrícola, esta graças ao incremento da tecnologia de produção.

É coerente, portanto, que, para atingir e aumentar os índices de produtividade em área tão extensa, seja também crescente o uso de insumos modernos, como agrotóxicos, fertilizantes, sementes certificadas, etc.

Conforme informa a ABRASCO – Associação Brasileira de Saúde Coletiva – em seu conhecido e denso “Dossiê”, no período de 2002 a 2011 o consumo de agrotóxicos no Brasil cresceu 42% (599,5 milhões de litros em 2002 e 852,8 milhões de litros em 2011). Tal crescimento nominal, de 42%, tem sido considerado pela ABRASCO e outras entidades como um acontecimento catastrófico e alarmante. No entanto, para contextualizar melhor o aumento do consumo de agrotóxicos é necessário levar em conta aqueles outros dois fatores cruciais (deixando de lado o número de habitantes, que não tem nada a ver com o caso, como já citado). São eles: a EVOLUÇÃO DA ÁREA CULTIVADA e a EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA.

Segundo os dados do IBGE (Sistema SIDRA), a área cultivada com culturas permanentes e temporárias - hortifrutigranjeiros não incluídos - cresceu 25%, no período de 2002 a 2011 (54,5 milhões de hectares em 2002 e 68,1 milhões de hectares em 2011). Portanto, se levado em conta o aumento da área cultivada, o crescimento do consumo nominal de agrotóxicos – por área plantada – já seria de somente 13,6% (11 litros/hectare em 2002 e 12,5 litros/hectare em 2011).

Há, porém, ainda, que levar em conta, na análise do caso, a evolução da PRODUTIVIDADE daquelas culturas, no mesmo período. Usando os mesmos dados do IBGE, verifica-se que o aumento de produtividade (2002-2011) foi de 45,7% (9,8 ton/ha em 2002 e 14,4 ton/ha em 2011). Como consequência da combinação do aumento da área e do aumento da produtividade, o aumento da PRODUÇÃO foi de 82,2%. (538,4 milhões de toneladas em 2002 e 981,2 milhões de toneladas em 2011).

Portanto, o aumento de consumo absoluto de agrotóxicos foi plenamente compensado pelo aumento da produção agrícola, para o qual, aliás, os agrotóxicos são, inquestionavelmente, fator contribuinte relevante, ao lado de outros avanços tecnológicos.

Tal compensação se evidencia ao se correlacionar o consumo de agrotóxicos com a produção agrícola, como demonstram os números a seguir:

Consumo de agrotóxicos em 2002: 599,5 milhões de litros. Produção das lavouras temporárias e permanentes em 2002: 538,4 milhões de toneladas. Litros agrotóxicos/tonelada de produto agrícola em 2002: 1,11.

Consumo de agrotóxicos em 2011: 852,8 milhões de litros. Produção das lavouras temporárias e permanentes em 2011: 981,2 milhões de toneladas Litros agrotóxicos/tonelada de produto agrícola em 2011: 0,87.

Portanto, se adotarmos como parâmetro “litros de agrotóxico por tonelada produzida”, houve na verdade uma REDUÇÃO relativa de 21,6% no uso de agrotóxicos entre 2002 e 2011. A Agricultura brasileira produziu mais, com menos.

06. Descreva seu entendimento acerca do texto.

07. Sobre o texto, você acredita que:

- a. Talvez expresse uma leitura tendenciosa acerca da realidade, visto que foi escrito por uma instituição que tem interesse na utilização de agrotóxicos na produção agrícola.
- b. Apresenta os números verdadeiros e faz uma releitura que contempla uma visão ampliada acerca do uso de agrotóxicos e da produção de alimentos.
- c. Todos os números dispostos no texto são falsos.
- d. Os números apresentados no texto são verdadeiros, já que é uma publicação da internet.

08. Considerando dois vieses acerca dos agrotóxicos - malefícios ao meio ambiente e à saúde; aumento da produtividade de alimentos, maior acesso aos alimentos e menor preço -, você se sente em condições de tomar uma decisão sobre manter o uso ou proibir os agrotóxicos? Argumente acerca da sua resposta.

Situação 04

POLUIÇÃO DO AR



Foto: OMM/Alfred Lee

Guterres diz que “não há tempo a perder” em Dia Mundial do Meio Ambiente

5 junho 2019 | [Mudança climática](#)



Secretário-geral pede ação para proteger o ambiente e disse que esta é a batalha das nossas vidas; [tema das celebrações desse ano é poluição do ar](#); país anfitrião é a China onde projeto de bicicletas é exemplo internacional.

▶ [Audio - 1'17"](#) + [Lista de áudio](#) 📁



Reportagem ONU News. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/poluiacao-do-ar>. Acesso em: 17 out. 2019.

09. No que consiste a poluição do ar?
10. Como podemos evitar a poluição do ar? As políticas públicas podem contribuir para auxiliar na redução da poluição atmosférica? Como?
11. A opção pelo uso do combustível etanol (álcool comum) ou gasolina tem consequências ambientais? Justifique sua resposta.
12. Qual critério você utilizaria para optar pela utilização do etanol (álcool comum) ou da gasolina no seu veículo?
13. Há maneiras de o poder público, por meio de políticas adequadas, contribuir para a redução da poluição do ar?
- O governo não tem nada a ver com isso, pois evitar a poluição é responsabilidade individual de cada cidadão.
 - A responsabilidade de encontrar meios de reduzir a poluição é totalmente dos governantes, e a população não deve se envolver com isso.
 - O governo precisa desenvolver políticas públicas com vistas à preservação ambiental, como, por exemplo, incentivo ao uso de transporte público, rede e tratamento de esgoto doméstico, fiscalização sobre tratamento de resíduos nas empresas.
 - A poluição é uma consequência do desenvolvimento industrial e tecnológico; nem o poder público nem o cidadão podem fazer nada para amenizar esse problema.

Aula 01: Agrotóxicos



Orientações ao professor

01. Momento Inicial

Iniciar a aula apresentando os vídeos propostos e após orientar uma discussão reflexiva acerca da temática “agrotóxicos”.

02. Organização do conhecimento

No segundo momento, propor a formação dos grupos e distribuir as imagens, orientando que estabeleçam uma discussão e descrevam o entendimento do grupo sobre a imagem.

03. Momento Final

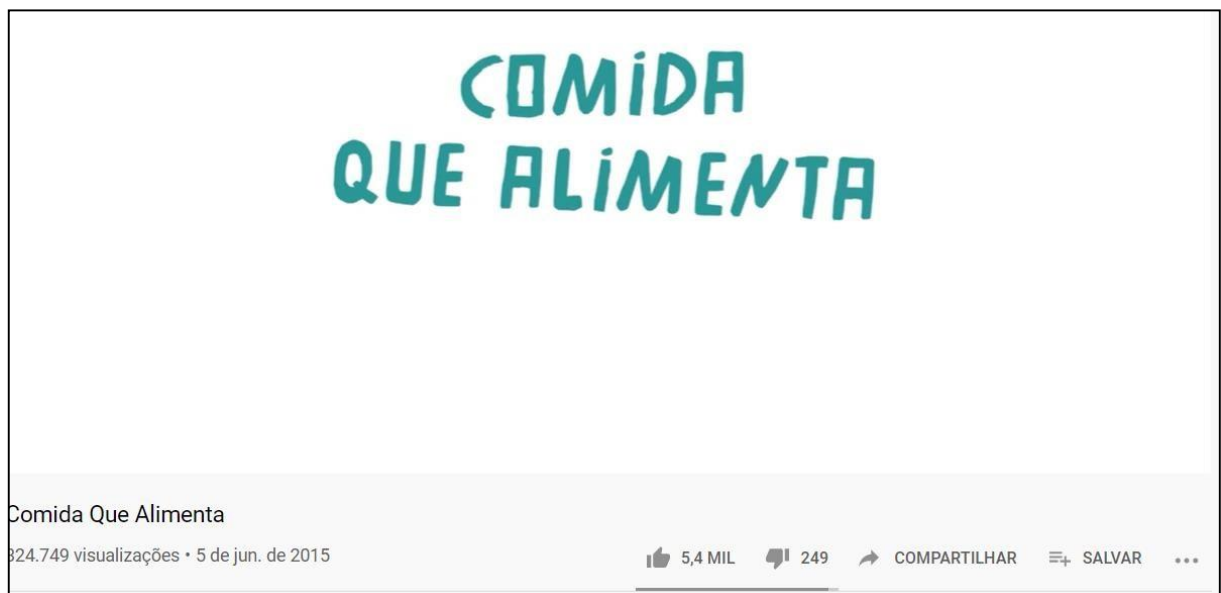
Organizar a turma para que cada grupo apresente a imagem e a compreensão que teve sobre ela. Nesse momento, os demais colegas e o professor podem fazer questionamentos ou comentários, promovendo um debate.

Agrotóxicos

Assistir aos vídeos:



Disponível em: <https://youtu.be/xb9qEO6Req4>.



Disponível em: <https://youtu.be/z6xAkNPV3QI>



Fazer uma reflexão com a turma sobre a temática fomentada pelos vídeos. As questões abaixo contribuem para orientar a discussão.

01. O que são agrotóxicos?
02. Qual a importância dos agrotóxicos?
03. Quais os aspectos positivos e negativos do uso de agrotóxicos?
04. Qual a relação da utilização de agrotóxicos com a produção de alimentos?

Após dividir a turma em grupos, entregar a cada um deles uma imagem. Os grupos terão aproximadamente 20 minutos para discutir e escrever sobre a representação/compreensão que construíram da imagem. Após, a imagem e as discussões de cada grupo serão socializadas com a turma, e neste momento as ideias pontuadas nos vídeos deverão ser retomadas pelo docente.

Imagem 01



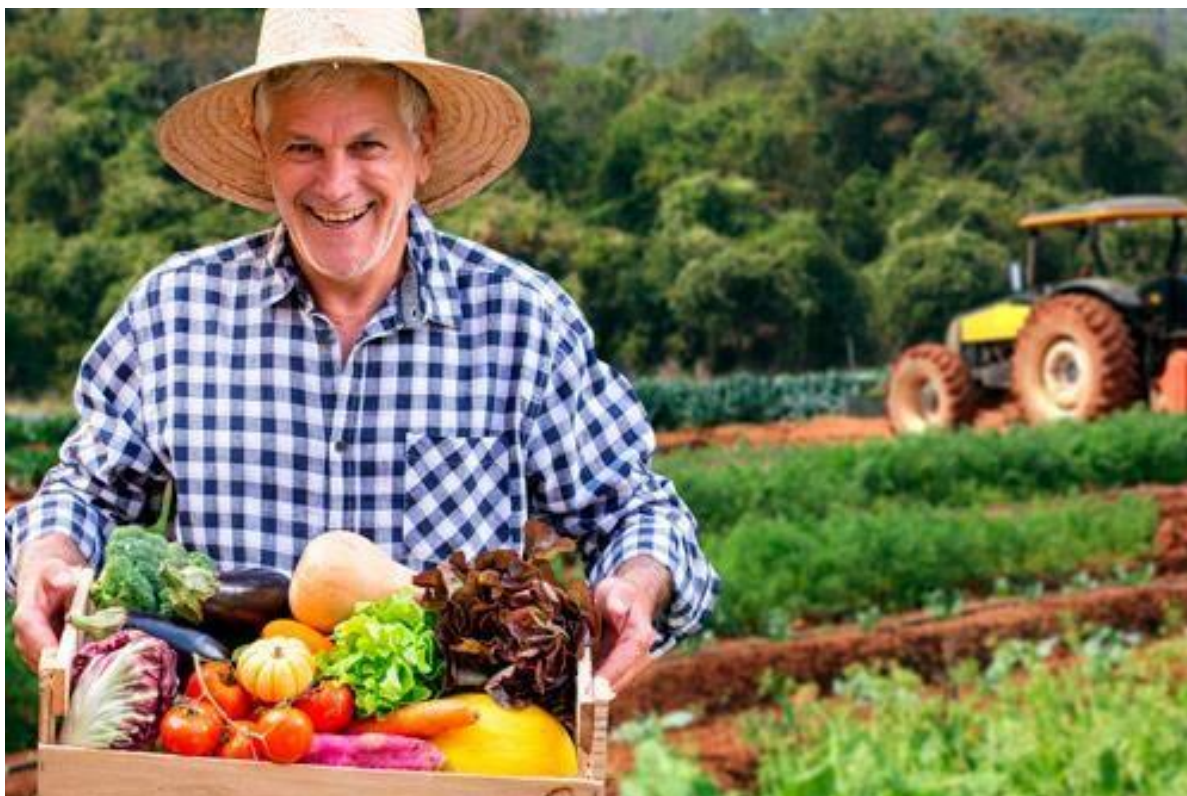
Disponível: <https://escolakids.uol.com.br/geografia/agrotoxicos.htm>. Acesso em: 29 out. 2020.

Imagem 02



Disponível em: <https://www.brasildefatorj.com.br/2018/06/19/reporter-sus-or-como-o-uso-dos-agrotoxicos-afeta-a-vida-dos-brasileiros>. Acesso em: 29 out. 2020.

Imagem 03



Disponível em: <https://saberhortifruiti.com.br/agrotoxicos-na-agricultura/>. Acesso em: 29 out. 2020.

Imagem 04



Disponível em: <https://www.redebrasilatual.com.br/saude-e-ciencia/2017/11/no-brasil-um-continentede-monocultura-banhada-em-agrotoxicos/>. Acesso em: 29 out. 2020.

Imagem 05



Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/234890936788273055/>. Acesso em: 29 out. 2020.

Aula 02: Química dos agrotóxicos



Orientações ao professor

01. Momento inicial

Iniciar retomando os aspectos discutidos no encontro anterior, de modo a estabelecer a relação entre os tópicos da aula, os agrotóxicos e a estrutura química desses produtos, pontuando as funções orgânicas.

Problematizar indagando sobre a atuação do agrotóxico na planta e a sua composição, direcionando o debate para as substâncias químicas e suas estruturas.

02. Organização do conhecimento

As funções orgânicas serão retomadas, analisando-se as estruturas. Após, será realizada a leitura com as discussões pertinentes sobre os agrotóxicos glifosato e paraquat, ressaltando a estrutura química de ambos. Os estudantes serão orientados, ao longo da atividade, para que realizem as questões propostas no material de apoio.

03. Momento Final

Solicitar que os estudantes realizem as atividades de sistematização.

Material para os estudantes

Funções orgânicas

Glifosato

O glifosato talvez seja o agrotóxico mais famoso do mundo e é, com certeza, o mais vendido. Somente no Brasil, são 110 os produtos comercializados com glifosato, de 29 empresas diferentes: foram 173 mil toneladas vendidas em 2017, três vezes mais que o segundo agrotóxico mais comercializado, o 2,4-D.

Criado nos anos 1950 pela indústria farmacêutica, o princípio ativo ficou conhecido nos anos 1970, quando a empresa Monsanto - hoje pertencente à Bayer - desenvolveu um poderoso herbicida. Suas vendas estouraram quando a companhia lançou sua linha de sementes transgênicas Roundup, resistentes ao glifosato, nos anos 1990.

A soja, o milho e o algodão, resistentes ao herbicida, permitiram ao setor agrícola ampliar o uso do glifosato nas lavouras para matar ervas daninhas. Multiplicaram-se ganhos em produtividade e rentabilidade.

Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2019/05/26/entenda-o-que-e-o-glifosato-o-agrotoxico-mais-vendido-do-mundo.ghtml>. Acesso em: 26 nov. 2019.

Grupo funcional	Grupo	Estrutura	Sufixo	Exemplo
Ácido carboxílico	R-COOH	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OH} \end{matrix}$	óico	CH ₃ -COOH ácido acético
Alcool	R-OH	R-OH	-ol	CH ₃ -CH ₂ -OH etanol
Aldeído	R-CHO	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{H} \end{matrix}$	-al	CH ₃ -CHO etanal
Amida	R-CONH ₂	$\text{R}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$	-amida	CH ₃ -CONH ₂ etanamida
Amina primária	R-NH ₂	$\text{R}-\text{N}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix}$	-amina	
Amina secundária	R ₁ -NH-R ₂	$\text{R}_1-\text{N}\begin{matrix} \text{H} \\ \text{R}_2 \end{matrix}$	-amina	CH ₃ -CH ₂ NH ₂ etanamina
Amina terciária	R ₁ -NR ₃ -R ₂	$\text{R}_1-\text{N}\begin{matrix} \text{R}_3 \\ \text{R}_2 \end{matrix}$	-amina	
Cetona	R ₁ -CO-R ₂	$\text{R}_1-\text{C}\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}_2 \end{matrix}$	-ona	CH ₃ -CO-CH ₃ propanona
Éster	R ₁ -COOR ₂	$\text{R}_1-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \text{OR}_2 \end{matrix}$	-ato de	HCOO-C ₆ H ₅ metanoato de fenilo
Éter	R ₁ -O-R ₂	R ₁ -O-R ₂		CH ₃ -O-CH ₃ metoximetano

Disponível em: <https://blogdoenem.com.br/funcoes-organicas-quimica-enem/>. Acesso em: 02 dez. 2019.

TEXTO I

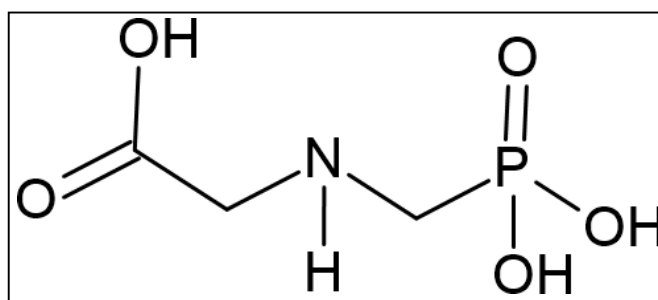


Figura 1: Fórmula estrutural do glifosato

- Quais as funções orgânicas presentes nesse composto?

- Essa substância é solúvel em água? Por quê?

- Quais as consequências do uso indiscriminado desse agrotóxico para a água? Justifique sua resposta.

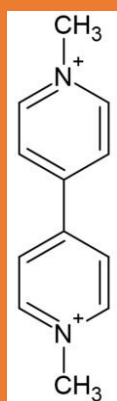
- Quais os riscos que o uso de agrotóxicos gera para a sociedade? É possível minimizá-los? Caso seja, de que forma?

Atividades de sistematização

Paraquate

(Este ingrediente ativo é proibido no Brasil desde 22 de setembro de 2020, em decorrência de reavaliação toxicológica realizada pela Anvisa, conforme dispõe a Resolução RDC nº 177, de 21 de setembro de 2017, publicada no Diário Oficial da União de 22 de setembro de 2017.)

Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117782/P01%2B%2BParaquate.pdf/0ec98b27-1b1f-49de-b788-7bbaa9dfb191>, acesso em 26/11/2019



O Paraquate, que tem como nome comercial *Gramoxone 200* e, de acordo com as regras da *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), classificado como 1,1'-dimetil-4,4'-bipiridina-dicloreto, é um herbicida altamente perigoso aos humanos, caso ingerido. Esse composto sólido e cristalino é instável em meio alcalino, solúvel em água, pouco solúvel em álcool e insolúvel em solventes orgânicos não polares.

Essa substância foi sintetizada com propósitos comerciais pela *Sinon Corporation*, em 1961 para a ICI, (atualmente pela Syngenta) e é, hoje, um dos herbicidas mais utilizados. A União Europeia (UE) autorizou o uso do Paraquate em 2004 e na Suécia o agrotóxico é proibido desde 1983 por sua aguda toxicidade, ação tóxica irreversível e grande risco de acidentes fatais.

- Que função está presente nesse composto?

- Qual a fórmula molecular do paraquat?

- Classifique a cadeia carbônica presente no paraquat.

- Como essa substância atua no organismo humano?

- Você concorda com o fato de a Anvisa proibir determinados agrotóxicos? Por quê?
Essa é uma forma de controlar riscos associados aos agrotóxicos? Justifique.

- Os impactos da utilização de agrotóxicos são locais ou podem gerar consequências para espaços mais distantes? Justifique.

Aula 03: Solubilidade dos compostos orgânicos



Orientações ao professor

01. Momento Inicial

Retomar as discussões das aulas anteriores, analisar as imagens propostas e discutir com os estudantes a partir da indagação presente no material de apoio. Problematicar as perguntas, incentivando os alunos a refletirem acerca de suas atitudes, conduzindo-os a ponderar sobre os alimentos que ingerem e o modo como os agrotóxicos estão presentes nos organismos e nos alimentos.

02. Organização do conhecimento

Após a discussão inicial, o texto de apoio guiará a discussão acerca do conteúdo de solubilidade, seguindo com a atividade experimental na qual será explicado o conteúdo “solubilidade dos compostos orgânicos” com base nas estruturas das substâncias.

03. Momento Final

Finalizar a aula solicitando que os estudantes realizem as atividades de sistematização.

Material para os estudantes

Solubilidade dos compostos orgânicos



Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-premium/femea-maos-lavar-a-maca-com-agua-napia_2556465.htm. Acesso em: 11 nov. 2020.



Disponível em: <https://cybercook.com.br/blog/dicas-para-descascar-frutas-e-verduras-mais-facilmente-2631>.

Acesso em: 11 nov. 2020.

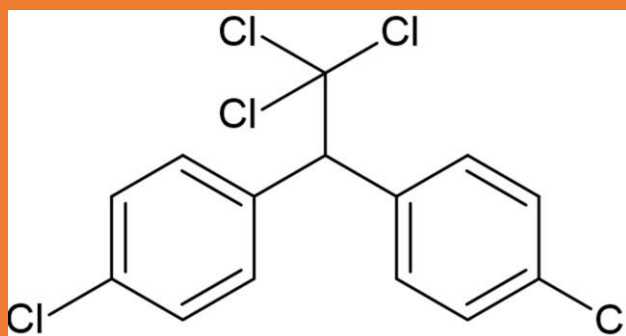
As imagens acima representam ações capazes de remover os agrotóxicos dos alimentos? Água remove os agrotóxicos?

Tentaremos entender isso por meio da propriedade dos compostos orgânicos – solubilidade.

- O texto sobre o DDT apresenta algumas características desse composto, em destaque, a solubilidade. Por que o DDT é insolúvel em água e solúvel em gordura?

DDT

Um marco importante para a Química foi a descoberta da atividade inseticida do 1,1,1-tricloro-2,2-di(p-clorofenil) etano em 1939, conhecido como DDT. Esse inseticida foi utilizado pela primeira vez em 1943, durante a Segunda Guerra Mundial, para combater piolhos que infestavam tropas norte-americanas na Europa e que transmitiam uma doença chamada tifo exantemático.



O DDT é classificado como um organoclorado, composto por átomos de carbono (C), hidrogênio (H) e cloro (Cl). Outros exemplos de inseticidas organoclorados desenvolvidos nessa época são aldrin, dieldrin, heptacloro e toxafeno. As principais características dos organoclorados são: insolubilidade em água; solubilidade em líquidos apolares como éter, clorofórmio e, conseqüentemente, em óleos e gorduras, o que ocasiona o acúmulo do DDT no tecido adiposo dos organismos vivos; e alta estabilidade, pois demora muitos anos para ser degradado na natureza devido à baixa reatividade das ligações químicas presentes no composto em condições normais.

Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/03-QS-02-11.pdf.
Acesso em: 02 dez. 2019.

Solubilidade dos compostos orgânicos

Atividade experimental

Solvente	Soluto	Solubilidade
Água - H ₂ O _(l)	1. Octano - C ₈ H ₁₈ _(l)	
	2. Etanol - C ₂ H ₆ O _(l)	
	3. Ácido acético - CH ₃ COOH _(l)	
	4. Etoxi-etano - C ₄ H ₁₀ O _(l)	
	5. Propanona - C ₃ H ₆ O _(l)	

- Numerar cinco tubos de ensaio e em cada um deles adicionar 3 mL de água deionizada. Após, adicionar 3 mL do soluto (tubo 1: octano; tubo 2: etanol...), observar a solubilidade e anotar.
- Observada a solubilidade de cada sistema, construir a fórmula estrutural das substâncias presentes na tabela e, por meio das estruturas, justificar a solubilidade ou não das substâncias.

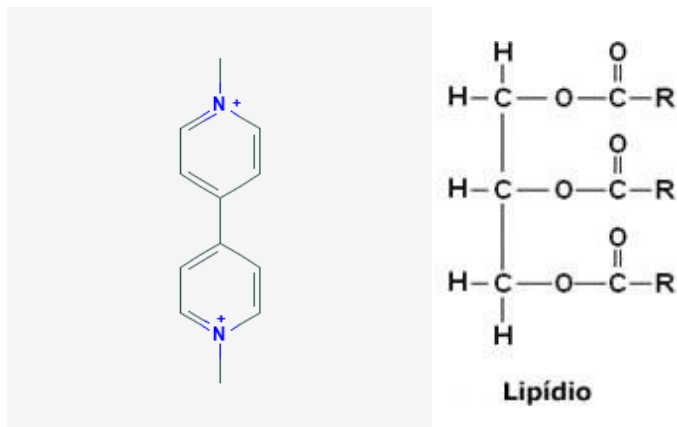
A solubilidade dos compostos orgânicos depende de três fatores

- **Polaridade:** Em geral, substâncias apolares são solúveis em solventes apolares, e substâncias polares, em solventes polares (semelhante dissolve semelhante).
- **Forças de interação intermolecular:** A possibilidade de ocorrer a dissolução aumenta quando a intensidade das forças atrativas entre as moléculas de soluto e de solvente é maior ou igual à intensidade das forças de atração entre as moléculas do próprio soluto e entre as moléculas do próprio solvente.
- **Tamanho da cadeia carbônica:** Além da semelhança de polaridade e das interações intermoleculares, o tamanho aproximado das moléculas também contribui para uma maior solubilidade. Como a cadeia carbônica possui baixa polaridade, quanto maior a cadeia carbônica, menor a solubilidade em solventes polares.

A partir da observação da estrutura do DDT e da água, justifique a insolubilidade desses compostos.

Atividades de sistematização

- O agrotóxico paraquat é solúvel em água? E em lipídios? Justifique. (Faça a análise a partir das estruturas químicas dos compostos).



Fonte: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/solubilidade-dos-compostos-organicos.htm>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Se utilizado DDT ou paraquete no cultivo de maçãs, lavá-las antes de ingeri-las é suficiente para retirar o agrotóxico? Justifique.

O uso de agrotóxicos em larga escala gera problemas de ordem coletiva? Quais?

Aula 04: Agrotóxicos no organismo



Orientações ao professor

01. Momento Inicial

Realizar a leitura conjunta com os alunos do texto “Agrotóxicos no organismo”. Em seguida, problematizar o texto e estabelecer relações com as aulas anteriores. Após essa etapa, orientar que os estudantes selecionem dez palavras para construir uma “nuvem de palavras” da turma.

02. Organização do conhecimento

Organizar os estudantes em oito grupos e entregar a cada grupo um pequeno texto informativo sobre a ação de determinado inseticida ou herbicida no organismo humano. Além das informações presentes no texto, incentivar os grupos a realizarem uma pesquisa mais aprofundada acerca da substância (estabelecer aproximadamente 40 minutos para a atividade).

03. Sistematização do conhecimento

Após essa etapa, os grupos deverão compartilhar com a turma suas pesquisas sobre a substância preestabelecida para cada grupo. Durante o seminário, o professor relembra aspectos da estrutura química dos agrotóxicos, solubilidade das substâncias orgânicas, trazendo à tona também a nuvem de palavras construída anteriormente.

Agrotóxicos no organismo

Agrotóxicos no organismo

Como os agrotóxicos atuam no nosso organismo?

Na atualidade, temos contato permanente com vários tipos de agrotóxicos, e é quase impossível um sujeito que, ao longo do seu dia, não tenha contato ou a ingestão de algum tipo de agrotóxico, pois estão nos alimentos, dispersos na água, no solo e/ou no ar como contaminantes.

Os agrotóxicos podem causar intoxicações agudas, subagudas ou crônicas. A intoxicação aguda é aquela na qual os sintomas surgem rapidamente, algumas horas após a exposição excessiva, por curto período, a produtos extremamente ou altamente tóxicos. Pode ocorrer de forma leve, moderada ou grave, dependendo da quantidade de veneno absorvido. Os sinais e sintomas são nítidos e objetivos. A intoxicação subaguda ocorre por exposição moderada ou pequena a produtos altamente tóxicos ou medianamente tóxicos e surge lentamente. Os sintomas são subjetivos e vagos, como dor de cabeça, fraqueza, mal-estar, dor de estômago e sonolência, entre outros. A intoxicação crônica é caracterizada pelo surgimento tardio de sintomas, podendo ocorrer em meses ou anos, por exposição pequena ou moderada a produtos tóxicos ou a múltiplos produtos, acarretando danos irreversíveis, como paralisias e neoplasias.

Essas intoxicações não são reflexos de uma relação simples entre o produto e a pessoa exposta. Vários fatores participam de sua determinação, dentre esses os relativos às características químicas e toxicológicas do produto, fatores relativos ao indivíduo exposto, às condições de exposição ou condições gerais do trabalho.

- **Características do produto:** características toxicológicas, forma de apresentação, estabilidade, solubilidade, presença de contaminantes, presença de solventes, etc.
- **Características do indivíduo exposto:** idade, sexo, peso, estado nutricional, escolaridade, conhecimento sobre os efeitos e medidas de segurança, etc.
- **Condições de exposição:** condições gerais do trabalho, frequência, dose, formas de exposição, etc.

As características clínicas das intoxicações por agrotóxicos dependem, além dos aspectos supracitados, do fato de ter ocorrido contato/exposição a um único tipo de produto ou a vários deles. Nas intoxicações agudas decorrentes do contato/exposição a apenas um produto, os sinais e sintomas clínico-laboratoriais são bem conhecidos, o diagnóstico é claro e o tratamento definido. Em relação às intoxicações crônicas, o mesmo não pode ser dito. O quadro clínico é indefinido e o diagnóstico difícil de ser estabelecido. Inicialmente serão descritos os quadros específicos dos agrotóxicos mais utilizados, acrescentando-se, ao final, uma descrição dos efeitos resultantes da exposição a múltiplos agrotóxicos.

Após a leitura do texto, cada estudante deverá selecionar dez palavras que julga mais relevantes para introduzir na nuvem de palavras colaborativa da turma.

Atividade

Cada grupo receberá um breve texto sobre a ação de um determinado inseticida ou herbicida no organismo humano. Além dessas informações, deverá ser realizada pesquisa mais aprofundada recorrendo à internet (usar celular ou netbook). Feito isso, cada grupo irá expor sua pesquisa para a turma, oportunizando relações com a nuvem de palavras colaborativa e permitindo indagações e colocações dos colegas.

Inseticidas

Grupo 01

- **Organoclorados:** Ex.: Aldrin, Endrin, BHC, DDT, Endossulfan, Heptacloro, Lindane, Mirex, Toxafeno.

Os inseticidas organoclorados foram muito utilizados na agricultura, porém seu emprego tem sido progressivamente restringido ou mesmo proibido, por serem de lenta degradação, com capacidade de acumulação no meio ambiente (podem persistir até 30 anos no solo) e em seres vivos, contaminando o homem diretamente ou através da cadeia alimentar, assim como por apresentarem efeito cancerígeno em animais de laboratório. No Brasil, seu uso foi limitado pela Portaria 329 de 02/09/85, permitindo sua utilização somente no controle a formigas (Aldrin) e em campanhas de saúde pública (DDT e BHC).

Os organoclorados são produtos derivados do petróleo, sendo pouco solúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, o que os torna mais tóxicos e de apreciável absorção cutânea. Além da via dérmica, são também absorvidos por via digestiva e respiratória. Devido à grande lipossolubilidade e à lenta metabolização, esses compostos acumulam-se na cadeia alimentar e no tecido adiposo humano. A eliminação se faz pela urina, cabendo destacar também a eliminação pelo leite materno. Atuam sobre o sistema nervoso central, resultando em alterações do comportamento, distúrbios sensoriais, do equilíbrio, da atividade da musculatura involuntária e depressão dos centros vitais, particularmente da respiração.

Em casos de intoxicações agudas, após duas horas aparecem sintomas neurológicos de inibição, hiperexcitabilidade, parestesia na língua, nos lábios e nos membros inferiores, inquietação, desorientação, fotofobia, escotomas, cefaleia persistente (que não cede aos analgésicos comuns), fraqueza, vertigem, alterações do equilíbrio, tremores, ataxia, convulsões tônico-crônicas, depressão central severa, coma e morte.

Em casos de inalação ou absorção respiratória, podem ocorrer sintomas específicos como: tosse, rouquidão, edema pulmonar, irritação laringotraqueal, rinorreia, broncopneumonia (complicação frequente), bradipneia, hipertensão. Logo **após a**

ingestão, náuseas e vômitos são sintomas proeminentes, podendo ocorrer também diarreia e cólicas.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Grupo 02

- **Etileno-bis-ditiocarbamatos:** Maneb, Mancozeb, Dithane, Zineb, Tiram. Alguns desses compostos contêm manganês na sua composição (Maneb, Dithane), podendo determinar parkinsonismo pela ação do manganês no sistema nervoso central. Outro aspecto importante refere-se à presença de etileno-etilureia (ETU) como impureza de fabricação na formulação desses produtos, já se tendo observado efeitos carcinogênico (adenocarcinoma de tireoide), teratogênico e mutagênico em animais de laboratório.

As intoxicações por esses compostos frequentemente ocorrem através das vias oral e respiratória, podendo também ser absorvidos por via cutânea. Nos casos de exposição intensa, provocam dermatite, faringite, bronquite e conjuntivite.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Grupo 03

- **Trifenil estânico:** Duter e Brestan.

Em provas experimentais, esses produtos têm promovido uma redução dos anticorpos circulantes em várias espécies de animais.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Grupo 04

- **Captan:** Ortocide e Merpan.

Esse produto é considerado muito pouco tóxico, sendo utilizado para tratamento de sementes antes do plantio. Foi observado efeito teratogênico - malformação fetal - em animais de laboratório.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Grupo 05

- **Hexaclorobenzeno:**

Pode causar lesões de pele, tipo acne (cloroacne), além de uma patologia grave, a porfiria cutânea tardia.

Herbicidas

Esse grupo de agrotóxicos vem tendo utilização crescente na agricultura nas duas últimas décadas. Os herbicidas substituem a mão de obra na capina, diminuindo, conseqüentemente, o nível de emprego na zona rural.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Grupo 06

- **Dipiridilos:** Paraquat, comercializado com o nome de Gramoxone. É bem absorvido através da ingestão e da pele irritada ou lesionada, sendo a via respiratória a de menor absorção. Provoca lesões hepáticas, renais e fibrose pulmonar irreversível. Em casos graves, a fibrose pulmonar pode levar à morte por insuficiência respiratória em até duas semanas.
- Não há tratamento para a fibrose pulmonar. As intoxicações ocupacionais mais importantes são aquelas relacionadas à absorção por via dérmica.
- Há que se fazer referência, ainda, aos casos de intoxicações acidentais em crianças, que ingerem o produto confundindo-o com refrigerante, uma vez que tem cor de Coca-Cola. Além disso, têm sido relatados casos de suicídio em adultos.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Grupo 07

- **Glifosato:** "Rond-up"

Provoca problemas dermatológicos, principalmente dermatite de contato. Além disso, é irritante de mucosas, sobretudo a ocular.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Grupo 08

- **Pentaclorofenol:** Clorofen, Dowcide-G.

Há alguns anos não vem sendo utilizado como herbicida. Tem, entretanto, amplo uso como conservante de madeiras e cupinicida.

Esse composto é bem absorvido pelas vias cutânea, digestiva e respiratória. Possui na sua formulação impurezas chamadas "dioxinas", principalmente a hexaclorodibenzodioxina (HCDD), que é uma substância extremamente tóxica, cancerígena e fetotóxica. Pode ainda levar ao aparecimento de cloroacne.

Texto adaptado de: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/agrotoxicos-efeitos-sobre-a-saude/1725>. Acesso em: 02 dez. 2019.

Aula 05: Alimentos orgânicos



Orientações ao professor

01. Momento Inicial

Iniciar o encontro retomando as discussões da aula anterior. Questionar os estudantes acerca do uso de agrotóxicos e do que eles sabem previamente sobre a produção orgânica.

02. Organização do conhecimento

Realizar a leitura conjunta do recorte do artigo “Alimentos orgânicos”, solicitando que os estudantes respondam somente à primeira indagação proposta após o texto. Depois, debater a temática com a turma, incentivando-a a expor seu ponto de vista. Abordar se a produção exclusivamente orgânica em todo o mundo seria uma alternativa adequada para a produção de alimentos, trazendo para a discussão aspectos como quantidade de alimentos produzidos/área plantada, custo de produção, manejo do cultivo.

03. Momento Final

Encerrada a discussão, solicitar que os estudantes respondam às demais questões propostas no material de apoio. Finalizar a aula orientando a realização da atividade de campo (que ocorrerá na aula seguinte) e combinar o momento em que esta será socializada.

Alimentos orgânicos

Abaixo, temos o recorte do artigo “Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento”, das autoras Renata Galhardo Borguini e Elizabeth A. Ferraz da Silva Torres (BORGUINI, Renata Galhardo; TORRES, Elizabeth A. Ferraz da Silva. Alimentos orgânicos: qualidade nutritiva e segurança do alimento. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas/SP, v. 13, n. 2, p. 64-75, 2006)



Alimentos Orgânicos: Qualidade Nutritiva e Segurança do Alimento

Renata Galhardo Borguini¹, Elizabeth A. Ferraz da Silva Torres²

‘Orgânico’ é um termo de rotulagem que indica que o alimento é produzido de acordo com normas específicas que vetam o uso de quaisquer agroquímicos e que está certificado por uma agência devidamente constituída. Esta revisão discute as distinções entre os alimentos orgânicos e convencionais, com respeito à qualidade nutritiva e à segurança do alimento, e evidencia a existência de diversas diferenças qualitativas.

No Brasil, o sistema orgânico de produção está regulamentado pela Lei Federal nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que contém normas disciplinares para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade dos produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. De acordo com a referida Lei, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que são adotadas técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade ecológica e econômica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente [6].

- O que é a produção orgânica?

- A produção orgânica é a mais adequada à produção de alimentos? Justifique.

- É social e economicamente viável a produção somente de alimentos orgânicos? Por quê?

Indo a campo

- Em dupla, realizar visita a um supermercado, analisar o preço de três produtos orgânicos e “normais”. Preencher os valores na tabela abaixo e fazer a porcentagem da diferença entre os preços.

Produto	Valor		Qual possui valor mais elevado?	Percentual mais caro
	“Normal”	Orgânico		

- Discutir em casa, com sua família, se costumemente são adquiridos produtos orgânicos. Se sim, quais são? Caso contrário, por que não se opta por esses alimentos?

- Busque informações na internet sobre o manejo na produção orgânica e o tempo de cultivo, comparando com produtos “normais”.

- Quais os riscos (individuais e coletivos) envolvidos na utilização de agrotóxicos? A produção orgânica apresenta risco para a sociedade?

Aula 06: Níveis de produção agrícola X fome mundial



Orientações ao professor

01. Momento Inicial

Inicialmente realizar a socialização da atividade de campo encaminhada na aula anterior. Seguir com a observação das imagens e solicitar que os estudantes respondam individualmente às questões e compartilhem suas respostas com a turma. Fazer intervenções mediando o debate e problematizando as respostas apresentadas pela turma.

02. Organização do conhecimento

Exibir o vídeo, realizar a leitura do texto e a apresentação dos mapas. Discutir com os estudantes, ouvindo suas opiniões e problematizando o tema.

03. Momento Final

Após o debate, solicitar que respondam às atividades finais.

- **Nessa aula deve ser encaminhada a atividade de campo, que será apresentada no oitavo encontro.**
- Após essa aula, convidar um profissional da agronomia e outro das ciências humanas para um bate-papo com os estudantes acerca desse tema. Incentivar os alunos a preparar questionamentos para debaterem com os convidados.

Níveis de produção agrícola X fome mundial

Observe as imagens:



Disponível em: <http://www.mariani24h.com.br/index.php/noticias/2331-a-fome-no-mundo>. Acesso em: 31 out. 2020.



Disponível em: <http://professordoc.blogspot.com/2013/05/como-os-bancos-lucram-com-fome-do-mundo.html>. Acesso em: 31 out. 2020.

- As imagens acima demonstram uma realidade mundial? Justifique sua resposta.

- Pensando na quantidade de alimentos produzidos no mundo, é possível que a existência de pessoas sem comida seja em virtude de não haver produção suficiente de alimentos?

Apresentação do vídeo: “Fome aguda afeta 113 milhões de pessoas no mundo, diz relatório da ONU”.

Disponível em: <https://youtu.be/btqNI941Fc4>

ONU denuncia “mito” de que pesticidas são necessários para alimentar o mundo

Data: 28 de março de 2017

A ideia de que os pesticidas são essenciais para alimentar a população mundial em rápido crescimento é um mito, é o que dizem os especialistas da ONU em alimentos e poluição em um novo relatório apresentado ao Conselho de Direitos Humanos da ONU.

Segundo noticiado pelo jornal britânico *The Guardian*, o relatório foi severamente crítico com as corporações globais que fabricam pesticidas, acusando-as de “negação sistemática de danos”, “táticas de marketing agressivas e antiéticas” e de lobby pesado de governos que têm “obstruído as reformas e paralisado restrições a pesticidas globalmente”.

O relatório diz que os pesticidas têm “impactos catastróficos no ambiente, na saúde humana e na sociedade como um todo”, incluindo cerca de 200.000 mortes por ano por envenenamento agudo. Seus autores disseram: “É hora de criar um processo global de transição para métodos mais seguros e saudáveis na produção de alimentos e agrícola.”

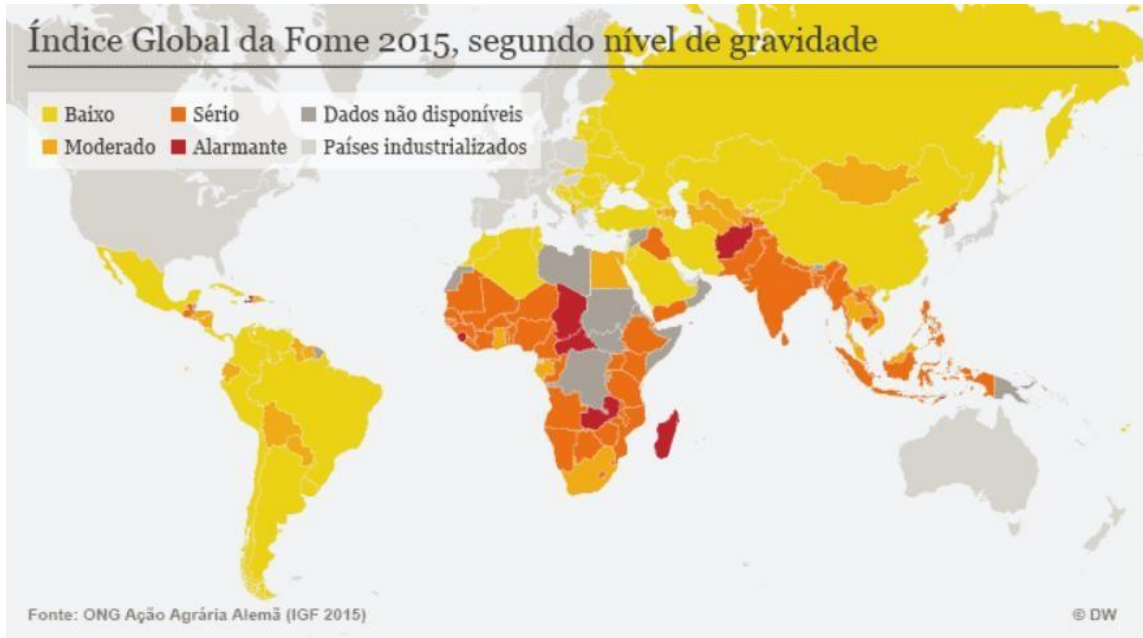
A indústria de pesticidas argumenta que seus produtos - um mercado que vale cerca de US\$ 50 bilhões por ano e cresce - são vitais para proteger as colheitas e garantir suprimentos suficientes de alimentos.

“É um mito”, disse Hilal Elver, relator especial da ONU para o direito à alimentação. “A utilização de mais pesticidas não tem nada a ver com a eliminação da fome, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), podemos alimentar hoje 9 bilhões de pessoas, mas, mesmo com a produção crescendo, o problema é a pobreza, a desigualdade e a distribuição” (...)

Disponível em: <https://www.ufjf.br/ladem/2017/03/28/onu-denuncia-mito-de-que-pesticidas-sao-necessarios-para-alimentar-o-mundo/>. Acesso em: 04 dez. 2019. Fragmento da reportagem.

Descreva sua compreensão acerca do texto.

Observe os dados



Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/fome-recua-no-mundo-mas-ainda-atinge-795-milh%C3%B5es/a-187769>.
Acesso em: 04 dez. 2019.



Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/revista-chico-veneno-legal/>.
Acesso em: 04 dez. 2019.

- Qual continente é mais afetado pela fome? Que fatores contribuem para esse problema?

- A partir da observação dos dados acima, é possível considerar que onde os agrotóxicos não são utilizados há problemas de fome e, portanto, a maneira de contornar essa problemática consiste em ampliar a utilização de agrotóxicos e defensivos agrícolas? Justifique.

- Reflita e proponha uma alternativa para eliminar a fome mundial.

- Após essa aula, convidar um profissional da agronomia e outro das ciências humanas para um bate-papo com os estudantes acerca desse tema. Incentivar os alunos a preparar questionamentos para debaterem com os convidados.

Aula 07: Transgênicos



Orientações ao professor



Antes desse encontro, é aconselhável a realização de uma palestra/aula com um engenheiro agrônomo ou biólogo que possa fornecer informações sobre organismo transgênico.

01. Momento Inicial

Retomar a discussão da aula anterior e dos organismos transgênicos. Na sequência, ler para os estudantes o título da reportagem e problematizar o tema por meio da indagação apresentada.

02. Organização do conhecimento

Seguir com a leitura conjunta do texto proposto no material de apoio, debatendo sobre o seu conteúdo. Estabelecer relações também com as discussões da aula anterior sobre a fome no mundo e a distribuição de alimentos. Além disso, trazer à tona aspectos da ciência e tecnologia que são utilizados para modificar as plantas/sementes.

03. Momento Final

Após a discussão, solicitar que sejam realizadas as atividades de sistematização.



Ao final da aula, lembrar os estudantes sobre a pesquisa que devem realizar para o encontro seguinte.

Transgênicos

Observe o título da reportagem:

Instituto culpa transgênicos por aumento no uso de agrotóxicos, sem provas; especialistas rebatem

Instituto Nacional de Câncer (Inca) diz que sementes geneticamente modificadas são responsáveis pelo país ser o maior consumidor de pesticidas no mundo. Representantes do setor agrícola e da biotecnologia dizem que diagnóstico é “grosseiro”, não considera outros fatores e não retrata a realidade no campo.

Disponível em: <https://ciencia.estadao.com.br/blogs/herton-escobar/instituto-culpa-transgenicos-por-aumento-no-uso-de-agrotoxicos-especialistas-rebatem/>. Acesso em: 05 dez. 2019.

- Por que as plantas transgênicas requerem maior quantidade de agrotóxicos?

Transgênicos e agrotóxicos: uma combinação letal

Por Maurício Thuswohl | 13/11/13

Expansão dos organismos geneticamente modificados fez aumentar o uso de defensivos agrícolas. Diversos estudos os relacionam ao crescimento da incidência de câncer.

A expansão dos cultivos transgênicos contribuiu decisivamente para que o Brasil se tornasse, desde 2008, o maior consumidor mundial de agrotóxicos, responsável por cerca de 20% do mercado global do setor. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), órgão vinculado ao Ministério da Saúde e responsável pela liberação do uso comercial de agrotóxicos, na safra 2010/2011 o consumo somado de herbicidas, inseticidas e fungicidas, entre outros, atingiu 936 mil toneladas e movimentou 8,5 bilhões de dólares no país. Nos últimos dez anos, revela a Anvisa, o mercado brasileiro de agrotóxicos cresceu 190%, ritmo muito mais acentuado do que o registrado pelo mercado mundial (93%) no mesmo período.

Não à toa, as lavouras de soja, milho e algodão, principais apostas das grandes empresas de transgenia, lideram o consumo de agrotóxicos no Brasil. Ao lado da cana-de-açúcar, essas três culturas representam, segundo a Anvisa, cerca de 80% das vendas do setor. A soja, com 40% do volume total de venenos agrícolas consumidos no país, mais uma vez reina absoluta, seguida pelo milho

(15%) e pelo algodão (10%). De acordo com a Campanha por um Brasil Livre de Transgênicos e Agrotóxicos, somente Brasil e Argentina jogam em suas lavouras transgênicas cerca de 500 mil toneladas de agrotóxicos à base de glifosato a cada ano.

Segundo a Anvisa, 130 empresas atuam hoje no setor de agrotóxicos no Brasil, sendo que 96 estão instaladas no país. Somente as dez maiores empresas do setor, no entanto, foram responsáveis por 75% das vendas de agrotóxicos na última safra, dividindo entre si o mercado brasileiro de acordo com as categorias de produto. Os herbicidas representam 45% do total de agrotóxicos comercializados no país, seguidos por fungicidas (14%), inseticidas (12%) e outras categorias (29%). Quando comparadas as vendas por ingredientes ativos, o glifosato lidera com 29% do mercado brasileiro de venenos agrícolas, seguido pelo óleo mineral (7%), pela atrazina (5%) e pelo novo agrotóxico 2,4D (5%).

“Entre os principais riscos trazidos pelos transgênicos está o aumento do uso de agrotóxicos”, diz Paulo Brack, professor do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS): “Temos, nos últimos dez anos, um aumento de mais de 130% do uso de herbicidas e de 70% do uso de agrotóxicos, enquanto a expansão da área plantada foi bem menor do que isso. A gente já previa há uns anos que os transgênicos iriam alavancar as vendas de agrotóxicos, e é exatamente isso o que está acontecendo”, diz.

Brack alerta que a situação tende a piorar nos próximos meses: “Entre o fim de setembro e o início de outubro, a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) se debruçará sobre três eventos transgênicos de soja e milho adaptados ao uso do 2,4D, que é um dos componentes do agente laranja”, diz, antes de fazer uma comparação: “Sabemos que o glifosato é tóxico, mas ele é considerado pela Anvisa como sendo de toxicidade baixa. Agora, em relação ao 2,4D, a própria Anvisa reconhece se tratar de um produto altamente tóxico. Isso é um retrocesso violento”.

Segundo o professor da UFRGS, a comunidade científica engajada contra a proliferação indiscriminada de transgênicos e agrotóxicos e as organizações do movimento socioambientalista farão uma grande campanha para que os eventos transgênicos ligados ao veneno 2,4D não sejam aprovados pela CTNBio em outubro: “O uso de transgênicos e agrotóxicos vai aumentar ainda mais. A sociedade tem de se levantar contra isso, pois a nossa saúde está em risco”, diz Brack.

Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2013/11/transgenicos-e-agrotoxicos-uma-combinacao-letal/>. Acesso em: 07 dez. 2019.

- Identifique no texto, com cores variadas, os argumentos apresentados pelo autor sobre as plantas transgênicas e os agrotóxicos.

- Os argumentos destacados na atividade anterior demonstram um posicionamento favorável ou contrário às plantas transgênicas e ao uso de agrotóxicos? Justifique sua resposta partindo de um dos argumentos.

- Quais os riscos coletivos que o uso de agrotóxicos pode gerar em longo prazo?

Aula 08: Apresentação do trabalho no campo/agricultura



Orientações ao professor



Essa atividade deverá ser encaminhada com a turma no final do sexto encontro. Para tanto, solicitar que os alunos se organizem em três grupos, orientando-os a realizar entrevistas com agricultores idosos que trabalharam com o cultivo de alimentos antes e depois do uso de agrotóxicos/tecnologia. As indagações devem ser no sentido de compreender as dificuldades da lida no campo, o que melhorou no trabalho, os aspectos negativos e como esses trabalhadores enxergam esses avanços no campo da agricultura. Sugere-se convidar profissional da área de linguagens, mais especificamente de Língua Portuguesa, para o trabalho com o gênero textual da entrevista, pois isso auxiliará os alunos na construção adequada das perguntas de acordo com a situação de comunicação (essa atividade deve ser proposta entre os encontros 04 e 07).

Essa entrevista será compartilhada com a turma na forma de seminário. Após todos os grupos apresentarem suas investigações, realizar debate com os estudantes sobre a gama de variáveis que envolvem o uso de agrotóxicos na agricultura, as implicações disso nas diversas áreas que foram discutidas ao longo da sequência didática, e indagar se eles se sentem capazes de tomar uma decisão sobre usar ou não agrotóxicos na produção de alimentos.

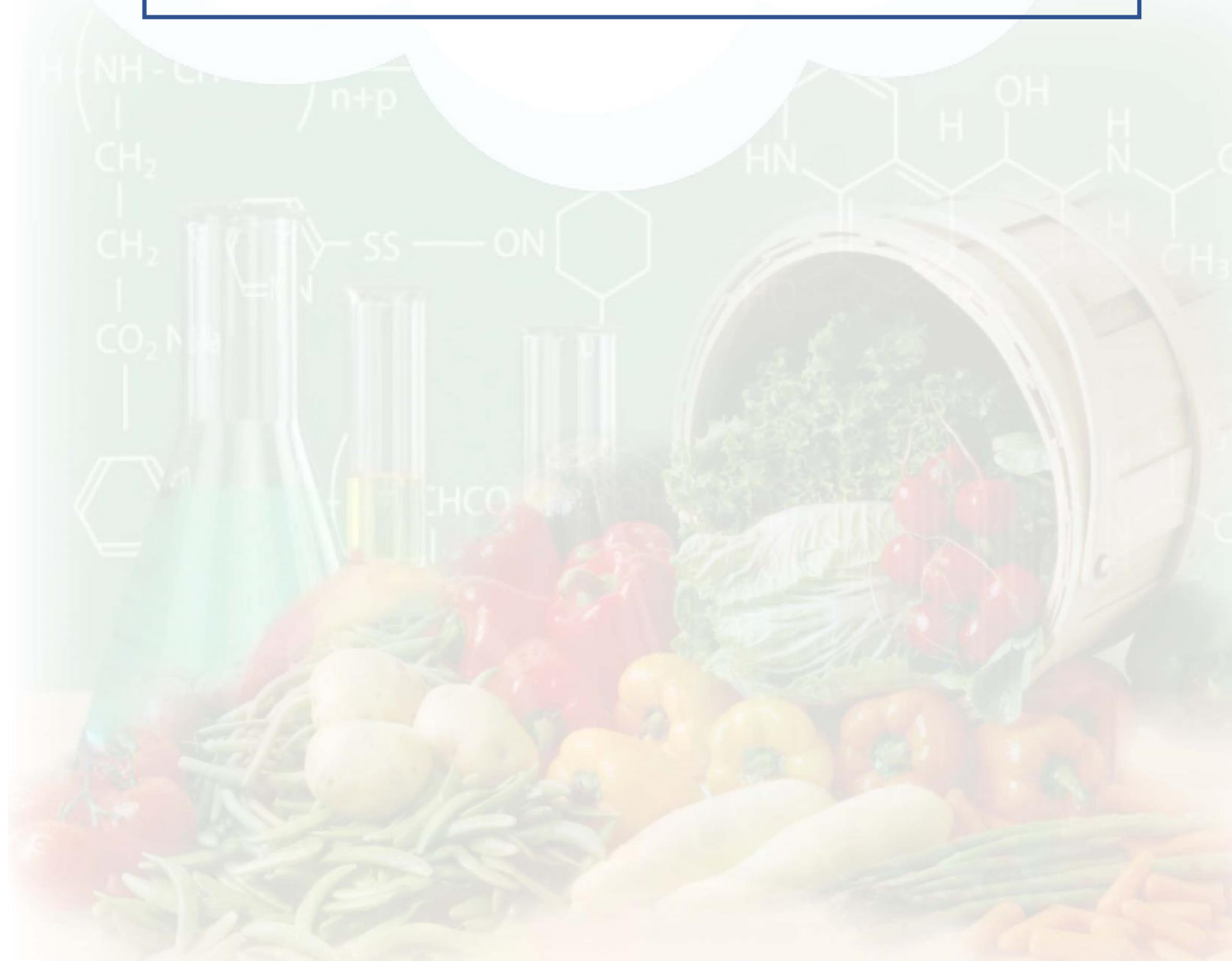
Questionário final



Orientações ao professor



Sugerimos um questionário para sistematização que também poderá servir de instrumento voltado a avaliar os avanços dos estudantes em relação às temáticas discutidas ao longo da sequência didática.



Questionário final

Situação 01

Leia o fragmento da notícia publicada pelo Ministério da Saúde:

Idosos serão os primeiros a receber vacina contra gripe

Publicado: Segunda, 09 de Março de 2020, 21h15

Última atualização em Terça, 10 de Março de 2020, 14h39

 Tweetar  Curtir 301

Na primeira fase da campanha, com início em 23 de março, também entram trabalhadores de saúde, que estão na linha de frente do atendimento à população. O Dia D será em 9 de maio

O Ministério da Saúde inverteu a ordem de público-alvo da Campanha Nacional de Vacinação contra Influenza. Primeiro, serão vacinados os idosos e os trabalhadores de saúde, que atuam na linha de frente do atendimento à população. A decisão da pasta é mais uma medida de proteção a esses públicos, em especial aos idosos, já que a vacina é uma proteção aos quadros de doenças respiratórias mais comuns, que dependendo da gravidade pode levar à óbito. Outra preocupação é evitar que as pessoas acima de 60 anos, público mais vulnerável ao coronavírus, precise fazer deslocamentos no período esperado de provável circulação do vírus, no país. A primeira fase da campanha começa no dia 23 de março, em todo o Brasil.

Disponível em: <https://www.saude.gov.br/noticias/agencia-saude/46518-idosos-serao-os-primeiros-a-receber-vacina-contragripe>. Acesso em: 12 mar. 2020.

01. Por qual motivo os idosos pertencem ao grupo de risco?

02. Ao final da campanha de vacinação, em geral, a vacina é liberada para toda a população. Quando você pode tomar a vacina, você opta por fazê-la ou não? Quais critérios e fontes você utiliza para amparar sua decisão sobre tomar a vacina?

Situação 02

Você está em sala de aula em um dia de verão de calor ameno, e o espaço tem ar-condicionado em boas condições de uso, porém você também pode optar por abrir as janelas e a porta para refrescar o espaço.

03. Qual possibilidade você adota?

- a. Deixar a sala fechada e ligar o ar-condicionado.
- b. Deixar o ar desligado e a porta e as janelas abertas.
- c. Deixar o ar ligado e a porta e as janelas abertas.

04. Baseado em quais critérios você tomou a decisão acerca da indagação acima?

05. Quais fatores (econômicos, ambientais, de saúde...) estão associados ao uso do ar-condicionado?

Situação 03

Alimentos orgânicos



Fonte: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/setor-de-organicos-fatura-r-46-bi-em-2019-alta-anual-foi-de-15/>

06. O que são alimentos orgânicos?
07. Ao adquirir um produto, você opta pelo comum ou pelo orgânico? Quais critérios você avalia para tomar a decisão?
08. Qual alimento (comum ou orgânico) você julga ser mais adequado para consumo humano e para o meio ambiente? Em qual fonte de conhecimento você se baseia para tomar essa decisão?
09. Você considera que o cultivo exclusivamente de produtos orgânicos é uma boa alternativa para produção de alimentos em nível mundial? Justifique.

Situação 04



Transgênico é sinônimo para a expressão "Organismo Geneticamente Modificado" (OGM). É um organismo que recebeu um gene de outro organismo doador. Essa alteração no seu DNA permite que mostre uma característica que não tinha antes. A transgenia é uma evolução do melhoramento genético convencional, que permite transferir características de interesse agrônomo entre espécies diferentes, com o objetivo de torná-las resistentes a doenças ou mais nutritivas, entre outras inúmeras aplicações. [\[+\] Leia mais](#)

Reportagem extraída do site da EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-transgenicos>. Acesso em: 19 dez. 2019.

10. Sobre o uso de organismos transgênicos na agricultura, pontue aspectos positivos e negativos.
11. Nos dias atuais, a modificação genética é muito usada nas pesquisas e tecnologias agrícolas. Você acha que esse tipo de pesquisa pode ser importante também para avanços na área de saúde humana? Que avanços poderia trazer e em que aspectos pode oferecer riscos?

Referenciais



BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

BROWN, Theodore L. *Química: a ciência central*. 13. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. *Física: formação geral*. São Paulo: Cortez, 1991. (Coleção Magistério).

FOUREZ, Gérard (org.). *Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Trad. Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Colihue SRL, 1997.

GIDDENS, Anthony. *As consequências da modernidade*. São Paulo: Ed. Universidade Estadual Paulista, 1991.

MCMURRY, John; MATOS, Robson Mendes (rev.). *Química orgânica*. Rio de Janeiro: Cengage Learning, 2016.

Autoras



LUANA CARLA ZANELATO AMARAL

Licenciada em Química pela Universidade de Passo Fundo, Especialista em Metodologia do Ensino de Biologia e Química pelo Centro Universitário Internacional (UNINTER), Mestre em Ensino de Ciências e Matemática e Doutora em Educação pela Universidade de Passo Fundo. Professora da rede pública estadual do Rio Grande do Sul e Integrante do Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Tecnológica (GruPECT).

ALINE LOCATELLI

Licenciada em Química pela Universidade de Cruz Alta, Mestre e Doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Maria. Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo.

CLECI TERESINHA WERNER DA ROSA

Licenciada em Matemática com habilitação em Física pela Universidade de Passo Fundo, Especialista em Educação Matemática, Especialista em Ensino de Física, Mestre em Educação pela Universidade de Passo Fundo, Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina e pós-doutora pela Universidad de Burgos, Espanha. Docente do curso de Física – Licenciatura, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Passo Fundo. Líder do Grupo de Pesquisa em Educação Científica e Tecnológica (GruPECT).



PPGEdu
Programa de Pós-Graduação
em Educação