



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Deine Bispo Miranda

**Risco na Educação Científica: um caminho para refletir a relação entre
Ciência, Tecnologia e Sociedade**

Brasília
2025

Deine Bispo Miranda

**Risco na Educação Científica: um caminho para refletir a relação entre
Ciência, Tecnologia e Sociedade**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Educação em Ciências da Universidade de
Brasília como requisito parcial para a obtenção do
título de Doutora em Educação em Ciências

Orientadora: Prof.^a Patrícia Fernandes Lootens
Machado, Dra.

Brasília

2025

AGRADECIMENTOS

São tantos os agradecimentos que, desde já, peço desculpas se por acaso esquecer alguém. Mas é essencial registrar este lado da pesquisa: aquele que só foi possível graças a tantos apoios recebidos ao longo do caminho. Caminho esse que foi transformado pela Pandemia do Covid -19, que nos levou muitas pessoas queridas, deixando os que aqui ficaram de certa maneira adoecidos. Caminho marcado por guerras, polarizações políticas extremas, catástrofes ambientais, crises econômicas, instabilidades de todas as formas... o mundo mudou! Nós mudamos! Nós mudamos? Não sei, mas estou aqui hoje por e graças a tantas pessoas que aqui menciono. Sendo assim, começo o registro dos meus agradecimentos.

A Deus, que em Sua infinita misericórdia guardou a realização de muitos dos meus sonhos para esta última década — entre eles, sem dúvida, o doutorado em Educação em Ciências.

À Nossa Senhora, por sua incansável intercessão por esta filha tão pequenina.

Aos meus pais, Boanerges e Odaci, por um **amor** imenso que me sustenta. vocês acreditam em mim, me apoiam e me dão a estrutura necessária para seguir. Esse doutorado é de vocês! Eu o entrego a vocês que o iniciaram lá na década de oitenta, quando juntos se propuseram a me criar com tanta dedicação e oportunidades.

À minha filha, Lis Gabriela — minha menininha gigante — que ampliou minha coragem para retomar os estudos e, com ela, me tornar uma versão melhor de mim. Filha, a Mamãe te ama muito e superou muitos obstáculos por você.

Ao meu esposo, a minha Vidona, Roberto, tão sábio, tão parceiro, tão amoroso, por tantas vezes me segurou pela mão e me ajudou a seguir. Te amo e te admiro muito, viu.

À Professora Claudia Dansa, a prova mais real que nada é por acaso, ou melhor, que o acaso pode ser um dos seus maiores presentes. Cláudia, a minha eterna gratidão por encarar essa gestação acadêmica comigo, por segurar a minha mão em cada ecografia alarmante e por me fazer acreditar pelos seus olhos que seria possível.

À doce, forte, capaz, potente, sábia orientadora que Deus me concedeu, Professora Patrícia. Que me fez chorar desde a primeira vez que a ouvir falar sobre o curso que defendia, que trazia como força para os desafios enfrentados, o sonho construído juntamente com o Professor Wildson. Ah Professora! A senhora me aceitou na inutilidade, estando enfraquecida e doente. Não tenho como definir a minha gratidão, mas preciso ao menos registrá-la.

À contínua renovação e multiplicação do meu coração, bênção concedida por Deus por meio de uma família enorme, Júnior, Yasmin, Márcio, Marcus, João, Clícia, Carol, Luan, Diogo, Valentine, Gael, Benjamin e Larinha. Quanto aprendizado! Vocês tão jovens e tão potentes em inteligência, em estudo, em força de vontade, em ética e em compromisso social. Obrigada por compartilharem a juventude de vocês comigo!

Aos meus avós — Seu Olavo, Dona Josefa e Dona Justina, *in memoriam* — que, na ambiguidade da ausência e da força, seguem presentes nesta etapa. Obrigada por me deixarem as histórias mais lindas e amorosas de avós. Vocês continuam comigo por meio da Tia Saló, do Tio Ton e da Tia Nilza — que são abrigo certo em minhas horas incertas.

Às minhas irmãs que choram e se alegram comigo desde criança: Ozeni e Rosa. Amo vocês! Obrigada por escutar repetida e respeitosamente as minhas dores por mais de quatro décadas.

Aos amigos, parceiros e cúmplices que o PPGEduc me presenteou: Regiane, Adriana, Sullyvan, Lucas, Rosane, Roseane, Joanna, Acácia, Hugo, Thais e Priscilla. Vocês são gigantes, generosos e me inspiram. Muito obrigada pela caminhada compartilhada!

À inspiradora Professora Jeniffer Cortez, sua confiança e apoio na Proposta desta pesquisa a tornou real. Saiba que sou enormemente grata a você!

Aos Residentes e Preceptores participantes do PRP- Química, como eu gostaria de poder aqui registrar o nome de cada um de vocês.

Ao Professor Paulo Lima Júnior, obrigada por abrir a porta desta etapa acadêmica.

A banca examinadora que vêm desde a qualificação ajudando-me na construção de cada degrau deste doutoramento.

E quando paro para pensar que tudo que vemos como concreto aqui, também passa por um plano espiritual, preciso registrar todas as ausências físicas, cuja presença espiritual permanece em mim. Além dos avós como já mencionei, gostaria muito de brindar com uma “coquinha” junto a minha amiga Simone; de ter meu amigo Lucas — o eterno Calouro — batucando num cone de trânsito para comemorar comigo; de ver Seu Ivan e Dona Salete escolhendo um cardápio especial, digno da ocasião; de encontrar o olhar calmo do Seu Otacílio e me tranquilizar em meio à ansiedade; e de ouvir a Dona Nega se orgulhar, mesmo depois de suas broncas que me fizeram acreditar no valor do trabalho duro.

Por fim, obrigada a você, que se interessou em ler este trabalho. Espero, sinceramente, que ele possa, de alguma forma, contribuir para o seu percurso. Esta é a minha forma de retribuir o tempo que você dedicou à leitura. Que Deus nos abençoe!

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo investigar possíveis contribuições do desenvolvimento/reflexão do conceito de Risco para pensar a relação CTS em práticas profissionais de licenciandos de Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior Brasileira. O conceito de Risco além de ser abordado de forma objetiva pelas ciências naturais por meio de avaliações quantitativas, também é discutido em uma perspectiva sociológica. Optamos, neste trabalho, pela contribuição do pensamento social da Sociedade de Risco de Ulrich Beck (1944-2015), complementada pelos aportes teóricos de Anthony Giddens e Scott Lash. A investigação foi conduzida no contexto do Programa Residência Pedagógica (PRP) do Curso de Licenciatura em Química, iniciando com a oferta da formação em CTS/Risco e a partir disso, os participantes elaboraram e implementaram propostas didáticas no âmbito das práticas de sala de aula com a referida temática desenvolvida na formação. Dessa maneira, avaliamos os impactos do desenvolvimento dessas propostas nos sujeitos envolvidos. A coleta de dados foi realizada por meio de anotações no diário de pesquisa durante as discussões sobre o desenvolvimento das propostas, e por entrevistas reflexivas com nove licenciandos e com dois preceptores das escolas participantes do PRP. Os dados das onze entrevistas foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) e apontaram como resultado que o Risco pode contribuir como caminho para inserção da Educação CTS. Para isso, discussões como o duplo lugar técnico e político da ciência, a individualização, como nova forma de socialização, dentre outras colaboram nos debates acerca da falibilidade e da não neutralidade da ciência e da tecnologia, aspectos que impactam diretamente na sociedade. São compreensões necessárias para participação nas tomadas de decisões e, dessa forma, entendemos que Risco articulado à Educação CTS, no espaço da sala de Educação em Ciências, como potente abertura de reflexão e crítica dos indivíduos para o enfrentamento das desigualdades individualizadas e dos demais riscos da modernidade.

Palavras-chave: Ulrich Beck, Educação CTS, Formação Inicial de Professores, Residência Pedagógica.

ABSTRACT

This research aims to investigate the possible contributions of developing and reflecting on the concept of risk to understanding the relationship between Science, Technology, and Society (STS) in the professional practices of Chemistry teaching degree students from a Brazilian Federal Institution of Higher Education. The concept of risk, in addition to being addressed objectively by the natural sciences through quantitative assessments, is also discussed from a sociological perspective. In this study, we adopt the social theory of the Risk Society by Ulrich Beck (1944–2015), complemented by the theoretical contributions of Anthony Giddens and Scott Lash. The investigation was conducted within the context of the Pedagogical Residency Program (PRP) of the Chemistry Teaching Degree, beginning with training in STS/Risk. Based on this training, participants developed and implemented didactic proposals in classroom practice focusing on the topic. In this way, we evaluated the impacts of developing these proposals on the participants involved. Data collection was carried out through entries in a research journal during the implementation of the proposals and through reflective interviews with nine teaching degree students and two mentor teachers from schools participating in the Pedagogical Residency Program. The data from the eleven interviews were analyzed using Discursive Textual Analysis (DTA). The results indicated that the concept of risk can serve as a pathway for the inclusion of STS education. Discussions such as the dual technical and political nature of science, individualization as a new form of socialization, among others, contribute to debates on the fallibility and non-neutrality of science and technology—issues that directly impact society. Such understandings are essential for participating in decision-making processes. Thus, we argue that risk, when articulated with STS education in science teaching environments, can provide a powerful space for reflection and critical thinking, enabling individuals to confront individualized inequalities and other risks of modernity.

Keywords: Ulrich Beck, STS Education, Initial Teacher Training, Pedagogical Residence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Uma representação esquemática do conceito multidimensional de risco --	51
Figura 2 Relações entre os modelos de racionalidades técnica e as tradições reflexivas -----	69
Figura 3 Princípios fundadores para a formação de professores comprometida com a cidadania -----	71
Figura 4 Triângulo da Formação -----	74
Figura 5 Síntese do percurso metodológico -----	111
Figura 6 Unitarização e categorização na Análise Textual Discursiva -----	117
Figura 7 Primeira Categoria e as Unidades Empíricas constituintes -----	129
Figura 8 Segunda Categoria e a Unidade Empírica constituinte -----	134
Figura 9 Terceira Categoria e as Unidades Empíricas constituintes -----	142
Figura 10 Quarta Categoria e as Unidades Empíricas constituintes -----	155

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Resultados encontrados a partir dos termos de pesquisa -----	84
Quadro 2 Resultados nas bases de pesquisa para teses e dissertações -----	86
Quadro 3 Artigos resultantes da pesquisa na base <i>ERIC</i> -----	88
Quadro 4 Resultados da busca a partir da estratégia 1 na base Web of Science ---	91
Quadro 5 Sistematização das questões relevantes para o trabalho de risco na Educação Científica apontados por Cross (1993) -----	96
Quadro 6 Referencial para direcionamento e análise das sequências didáticas produzidas -----	114
Quadro 7 Resultados das análises dos grupos após a aplicação das Sequências Didáticas -----	121
Quadro 8 Aproximações entre os referenciais adotados para a produção das sequências didáticas -----	126
Quadro 9 Códigos das Unidades Empíricas -----	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
ATLAS.Ti	Archiving Textual Literature and Scientific Analysis – textual interpretation
ATD	Análise Textual Discursiva
BDTD	Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações
BNC	Base Nacional Comum
BNCC	Base Nacional Comum Curricular da Educação Básica
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
C&T	Ciência e Tecnologia
CNE	Conselho Nacional de Educação
CT	Ciência e Tecnologia
CTD	Catálogo de Teses e Dissertações da Capes
CIT	Citação
CTS	Ciência, Tecnologia, Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
ECTS	Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia
EDS	Educação para o Desenvolvimento Sustentável
ENEQ	Encontro Nacional de Ensino de Química
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
ENPEC	Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências
ERIC	Education Resources Information Center
LCT	Letramento Científico e Tecnológico
MEC	Ministério da Educação
MIOL	Modelo Institucional Ofertista Linear
PAS	Programa de Avaliação Seriada
PCT	Política da Ciência e Tecnologia
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
PLACTS	Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
PRP	Programa Residência Pedagógica

QSC	Questões Sociocientíficas
SD	Sequência Didática
SEEDF	Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UE	Unidades Empíricas
UnB	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO 1 - SOCIEDADE DE RISCO E O PAPEL DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA-	19
1.1. A abordagem de Risco de Ulrich Beck	19
1.2. Individualização na Sociedade de Risco e as implicações na / sobre a Educação	23
1.3. O risco para as ciências Naturais e Sociais	26
1.4. A reflexividade na escola da Sociedade de Risco	28
1.5. O papel da Educação em Ciências na Sociedade de Risco	29
1.6. O duplo papel da Ciência	31
1.7. O Risco na sala de aula da Sociedade de Risco	34
CAPÍTULO 2 – EDUCAÇÃO CTS: A INSERÇÃO DO RISCO COMO CAMINHO PARA TOMADA DE DECISÃO	37
2.1. O Movimento CTS	38
2.2. CTS Educacional	43
2.3. Contribuições à Educação CTS	47
2.4. Como o Risco pode se articular com a Educação Científica?	51
2.5. Participação Social	55
2.6. A Participação Social para a tomada de decisão considerando os Riscos	56
CAPÍTULO 3 – EDUCAÇÃO CTS E A INSERÇÃO DO RISCO COMO CAMINHO ALTERNATIVO PARA O ENSINO DE QUÍMICA	61
3.1. A formação reflexiva de professores	64
3.2. A reflexividade na formação de Professores em Educação em Ciências	70
3.3. O risco nos currículos para a formação de professores	79
CAPÍTULO 4 – EDUCAÇÃO CTS E A INSERÇÃO DO RISCO COMO CAMINHO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: REVISÃO DA LITERATURA	81
4.1. Metodologia	81
4.2. Temas, critérios de inclusão e exclusão da seleção material bibliográfico da pesquisa	83
4.3. Análise de Teses e Dissertações	85
4.4. Análise de Artigos	87
4.5. Discussão	95
4.6. Síntese	101
CAPÍTULO 5 – CAMINHO METODOLÓGICO	103
5.1. Abordagem, Natureza, Objetivos e Procedimentos	104
5.2. Amostragem e contexto da intervenção	107
5.3. O processo de coleta de dados	108
5.4. Campo de informação e construção do plano de ação	111
5.5. Análise de dados	115
CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	118
6.1. Intervenção	119

6.1.1. Grupo 1 -----	119
6.1.2. Grupo 2 -----	123
6.1.3. Grupo 3 -----	124
6.2. Entrevistas -----	127
6.2.1. Processo de Codificação -----	127
6.2.2. Processo de Categorização -----	128
6.3. Primeira Categoria -----	128
6.4. Segunda Categoria -----	134
6.5. Terceira Categoria -----	142
6.6. Quarta Categoria -----	154
CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	161
REFERÊNCIAS -----	165
Apêndice A -----	173
Apêndice B -----	174
Apêndice C -----	175
Apêndice D -----	176
Apêndice E -----	177
Apêndice F -----	180

INTRODUÇÃO

Com os avanços científicos e tecnológicos do século XX, algumas configurações saem da invisibilidade e apontam para a necessidade de debates urgentes sobre a modernização e seus impactos no meio ambiente, no mercado de trabalho, na economia, na saúde, nas composições familiares e no posicionamento do Estado. Todas as relações estabelecidas pelo processo de modernização e seus impactos socioambientais, políticos e éticos precisam passar por ressignificações, incluindo aquelas relacionadas à escola e à sociedade.

Pensando especificamente no contexto da Educação em Ciências, destacamos que, apesar dessa área percorrer métodos não necessariamente iguais aos das Ciências Exatas, do fazer científico, é na contribuição filosófica e nas referidas ressignificações que ambas se aproximam para lidar com a atual estrutura social (Pereira, 2007).

Nesse sentido, há alguns anos, vários autores têm apontado para a necessidade de movimentação do ensino de ciências escolar para uma perspectiva mais humanista, a exemplo de Aikenhead (2006). Este autor defende que o ensino de ciências seja perpassado por valores e conhecimentos ambientais, sociais, históricos, filosóficos entre outros e, não mais fundamentado em uma estrutura elitista e excludente de cooptação de indivíduos para carreiras científicas. Para Aikenhead, desde a década de 1970, as perspectivas humanistas vêm sendo contempladas na Educação em Ciências por meio de diferentes movimentos, dentre eles, o Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Este Movimento surgiu da necessidade de deslocamento ideológico-prático da ciência, da tecnologia e da sociedade e alcançou o meio educação, bem como o campo de pesquisas acadêmicas e as políticas públicas (Chrispino, 2008; Strieder; Kawamura, 2017).

Pela própria lógica estabelecida para o desenvolvimento social, focada no consumo e no lucro, os diferentes países percebem de maneira distinta as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. As distintas percepções acabam por nos levar a diferentes vertentes CTS. Dentre elas, destacamos a europeia, a norte-americana e a latino-americana (Cachapuz *et al.* 2008). Diante das diversas leituras sobre as relações CTS, emergem diferentes abordagens disseminadas nos meios supracitados, mas focaremos nos espaços educacionais em função dos objetivos dessa tese.

Dentre as pesquisas da área de Ensino de Ciências que discutem a diversidade de interpretações das relações CTS, destacamos o estudo de Strieder e Kawamura (2017) por elaborar uma matriz com “elementos que permitem situar e caracterizar diferentes abordagens de educação CTS presentes no contexto educacional brasileiro, explicitando as relações estabelecidas entre parâmetros e propósitos desse movimento educacional.” (p. 48). Essas autoras apontam nomes relevantes nos quais se apoiaram para ampliar o debate acerca das relações CTS, mas ressaltam que eles não se esgotam em si. No entanto, foi possível, a partir deles, delinear uma multiplicidade de abordagens, denominações e limites do campo.

Um dos nomes citado por Strieder e Kawamura como contribuinte para delimitar parâmetros e propósitos da Educação CTS, em seus níveis mais críticos, foi o do sociólogo alemão Ulrich Beck, a partir de sua obra *Sociedade de Risco* (2011), embora não se autointitule um texto CTS. Nesta obra, Beck (2011) reflete sobre a estrutura social contemporânea, partindo do conceito sociológico de risco, como delineador dessa mesma estrutura, que está para além das múltiplas compreensões do vocábulo risco. Na realidade, este autor trata dos riscos produzidos em decorrência da modernização, que abarcam aspectos ambientais, sociais, educacionais, políticos, econômicos, de mercado de trabalho entre outros. Estes são riscos que, mesmo quando transformados em efeitos colaterais evidentes, não têm impactado nem deslocado a lógica da produção e do consumo. Assim, posições políticas e subpolíticas da ciência, da tecnologia, da medicina e da própria organização montesquiana dos três poderes são confrontadas pelo sociólogo, para estimular reflexões em torno da racionalidade científica, do desenvolvimento tecnológico e da participação social (Strieder; Kawamura, 2017).

Diante da relevância dessa temática, outros pesquisadores também têm buscado articulações entre o conceito risco e a educação científica (Pietrocola; Souza, 2019; Schenk *et al.*, 2019), tanto na sua contribuição objetiva nas avaliações de riscos, como na subjetiva, por meio das percepções deles. Assim, além de trazer a compreensão sobre modificações e limites das inovações científicas e tecnológicas, o risco oferece suporte informacional acerca das mudanças sociais que ocorrem a partir dele. Nesse processo, viabiliza-se a tomada de consciência, não só acerca dos benefícios da modernização, mas também sobre as privatizações de riscos, as desigualdades individualizadas e as desonerações do Estado, aspectos que retomaremos ao longo do texto desta tese.

Beck (2011) aborda a relação entre indivíduo e sociedade a partir do lugar da avaliação e da percepção de risco no pós-guerra da Alemanha Ocidental. Para ele, é nesse momento que ocorre a transformação de uma sociedade industrial clássica em uma nova sociedade industrial, denominada sociedade de risco, ou segunda modernidade, ou ainda, modernidade reflexiva.

Esse mesmo autor argumenta que o que desenha a sociedade atual, a de risco, não são predominantemente as classes, os estratos, a família, os estatutos de gênero para homens e mulheres, como na sociedade industrial clássica. Beck (2011) desenvolveu sua defesa começando pelo argumento do fenômeno do “impulso social individualizatório”, remetendo as pessoas ao próprio destino individual no mercado de trabalho, quando assumem riscos, oportunidades e contradições.

Um dos limites que a modernidade reflexiva enfrenta, de acordo com Beck (2011), é que muitas questões ficam sob a visão restrita das ciências naturais, sem abordar a relevância social, cultural e política. Ele traz essa discussão ao falar sobre poluentes e toxinas no ar, na água e nos alimentos, ou demais assuntos que circundam aspectos ambientais. Então, seria razoável pensar que, “constatações de risco são ainda uma desconhecida subdesenvolvida simbiose de ciências naturais e humanas, de racionalidade cotidiana e especializada, de interesse de fato” (Beck, 2011, p. 34).

Outro conceito dos estudos de Beck foi a individualização, que vista pela perspectiva da sociedade de risco, mostra uma tendência à institucionalização e padronização dos estilos de vida, agora regidos pelo mercado de trabalho, pela educação, pelo consumo, pelas regulações e provimentos previdenciários, pelo planejamento viário, pelas novas possibilidades de acompanhamento médico, psicológico e pedagógico.

A individualização das condutas e do curso de vida, segundo Beck (2011), tornou-se autorreflexiva, caracterizando uma biografia a ser feita por cada ser humano. Nesse contexto, o indivíduo precisa assumir a responsabilidade e criar um meio para driblar questões estruturantes, por exemplo, num caso de escassez das oportunidades educacionais. Consequentemente, observa-se, nessa perspectiva, a subjetivação e a individualização dos riscos e a contradição social. Isso porque o que antes era denominado “golpe do destino”, ou por vezes, ausência de responsabilidade do Estado, situações as quais não cabiam responsabilização do indivíduo, agora

passam a configurar riscos qualitativos e quantitativos, que podem finalizar na culpabilização dos sujeitos.

A existência de carência material, por exemplo, a fome, ofusca a percepção dos riscos, mas não desfaz a existência real deles (Beck, 2011). A invisibilidade dos riscos leva ao descrédito acerca da existência deles, garantindo emprego a muitas pessoas, ou dito de outra forma, os indivíduos preferem garantir seus empregos a olhar para os riscos, pois a questão da sobrevivência e a da produção de bens materiais ainda é mais importante do que as consequências consideradas a longo prazo. Um fenômeno decorrente da invisibilidade é colocar aqueles que apontam os riscos como demasiadamente exagerados. Assim, destina-se a ciência¹ uma confiança estabelecida e, diante de um confronto, sua crítica será fragilizada numa vinculação ao irracionalismo. Isso porque, muitas vezes, a ciência tende a subvalorizar os riscos em função de seu caráter probabilístico, associando às críticas externas a um caráter irracional. No entanto, tem sido na negação do risco que se estrutura uma situação de perigo global, gerando, uma multiplicidade de conflitos e de oportunidades de mercado. Nesse sentido, surgem aqueles que são afetados de forma imediata pelos riscos, ao mesmo tempo, outros que lucram com eles. Daí a intensificação da importância social e política do conhecimento tanto científico como sociológico das questões contemporâneas.

Acerca do conhecimento científico, Beck (2011) propõe o questionamento sobre a ética e a verdade por trás das ciências. O autor distinguirá dois momentos: o primeiro, de uma cientifização simples, em que esta área do conhecimento surge como solucionadora de problemas e detentora de uma verdade, que se exime de apresentar esclarecimentos; num segundo momento, da cientifização reflexiva, em que a “pretensão de verdade e de esclarecimentos são desencantadas” (p. 235), ou seja, a ciência não é mais percebida somente como solucionadora, mas também como produtora de riscos, levando ao questionamento acerca da imparcialidade e do julgamento de bem comum de seu emprego.

Desse modo, pensar a relação entre ciência, tecnologia e sociedade pode nos direcionar para a reflexão acerca de riscos ambientais, econômicos, políticos, sociais e, até mesmo, individuais, oriundos do desenvolvimento científico e

¹ Depreendemos da leitura de Sociedade de Risco, que muitas vezes Beck refere-se somente à ciência, parecendo englobar a tecnologia. Essa impressão está fundamentada no aparecimento restrito do vocábulo tecnologia no livro quando colocado em frente a palavra ciência.

tecnológico. No entanto, para uma reflexão aprofundada será necessário mais do que o aporte de conhecimentos das ciências naturais.

Em discussão próxima, Beck (2011) aponta a colaboração das ciências sociais junto às ciências naturais, como meio de expansão da compreensão acerca das interferências sociais, ambientais, econômicas e políticas que os parâmetros objetivos podem gerar e/ou, muitas vezes, negligenciar. Tais parâmetros podem ser autorizações de uso, limites de contaminação ou outros, que nem sempre consideram as interações múltiplas do meio. Assim, “a função social das ciências oscila entre abertura e encerramento de possibilidades de ação e, tais expectativas externas contraditórias fomentam conflitos e divisões no interior dos campos profissionais” (Beck, 2011, p. 238). Isso leva a necessidade de uma pluralização da oferta de conhecimento científico e da crítica metodológica sobre ele. O autor também afirma que é por meio das ciências sociais que pode haver a libertação das ciências naturais de um destino de imaturidade e de cegueira diante dos riscos.

Pensando no contexto educacional, Carvalho, Farias e Pereira (2011) defendem que na justificativa da maior especialização, forma-se a distância dialógica entre as ciências naturais e as humanas. Esse distanciamento tem levado a construções reducionistas na tentativa de explicar as determinações do real, que, por vezes, fundamentam-se no arbitrário cultural² e, outras, na naturalização do biológico.

Por conseguinte, Cachapuz, Praia e Jorge (2004) defendem que a Educação em Ciência deve ser o centro em uma comunicação com a Ciência, com a Ética (incluindo responsabilidade e solidariedade), com a Psicologia e com a Sociologia da Educação e com a História e Filosofia da Ciência. Eles citam que a Educação em Ciências precisa, prioritariamente, promover a formação de indivíduos para participarem crítica e ativamente da sociedade exercendo sua cidadania.

Nessa mesma direção, entendemos ser necessário o interesse dos cientistas sociais e dos filósofos pelo estudo das ciências naturais e da tecnologia como forma de compreender o vínculo entre seus fundamentos, métodos e a base de autoconservação do sistema social.

Consideramos que nesse cenário, a Educação CTS torna-se uma importante aliada na formação de sujeitos autônomos, reflexivos e participativos, ultrapassando

²“Arbitrário cultural” é o termo utilizado por Bourdieu para designar o fenômeno social que consiste em erigir a cultura particular de uma determinada classe social (“a classe dominante”) em cultura universal (Nogueira *et al.*, 2017, p. 36).

a concepção limitada à política de cidadania. Desse modo, é imprescindível a articulação das ciências naturais com as ciências sociais, para a formação do indivíduo socioambientalmente consciente.

Isso porque, de acordo com Santos (2011), o Movimento CTS no Ensino de Ciências veio trazer para o âmbito escolar questões sociocientíficas ambientais, que trazem para o cerne da ação educacional a relação meio ambiente e sociedade. Com isso, novos slogans surgiram numa mesma aproximação de propósitos e parâmetros, tais como CTSA, que veio dar ênfase ao aspecto ambiental do movimento de Educação Ambiental; de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) e de tantos outros, inspirando novos slogans que, mesmo não mais visibilizados na força do nome CTS, mostram-se cada vez mais urgentes em seus objetivos.

Desse modo, no entendimento sociológico, em que riscos são produções humanas e, que se colocam como delineadores da sociedade atual, a proposta deste estudo justifica-se pela importância de refletirmos sobre o distanciamento entre percepções (subjetivas) e avaliações de risco (objetivas), no contexto da formação inicial de professores de Química; numa perspectiva de tornar instituições de formação superior, espaços que preparem para ações frente aos riscos, ofertando condições efetivas para os indivíduos participarem de discussões e decisões coletivas.

Diante do exposto, esta tese apresenta como questão orientadora: **Quais contribuições e limitações emergem em um trabalho coletivo, orientado pelos referenciais da Educação CTS articulados ao Risco Sociológico, considerando o desenvolvimento de um processo de formação, no contexto do Programa Residência Pedagógica em Química, e seus desdobramentos em práticas docentes dos participantes?**

Como consequência, estabelecemos como **objetivo geral desta pesquisa investigar o potencial de um grupo colaborativo de professores e licenciandos em química, fundamentados na Educação CTS articulado ao Risco Sociológico, para engendrar processos reflexivos sobre as próprias práticas e identificar as contribuições e limitações destes campos do conhecimento, a partir dos desdobramentos de suas práticas em aulas de química.** Como objetivos específicos tivemos:

- a) refletir por meio do desenvolvimento de uma proposta didática a ser desenvolvida, no espaço de formação do Programa Residência Pedagógica

(PRP) do Curso de Licenciatura em Química, acerca da temática risco em articulação com a relação CTS em práticas de sala de aulas de Química desenvolvidos pelo grupo de residentes em parceria com seus preceptores (professores de Educação Básica) e com a Professora Coordenadora do PRP;

- b) avaliar os impactos nos sujeitos envolvidos do desenvolvimento da proposta nas salas de aula da Educação Básica, espaço onde vivenciam a residência pedagógica.

Para apresentarmos a pesquisa, organizamos o texto dessa tese em seis capítulos. O Capítulo 1 apresenta conceitos fundamentais, abordados em Sociedade de Risco, de Ulrich Beck, a serem discutidos em processos de formação de professores, por exemplo: risco, sociedade de risco, modernidade reflexiva, dentre outros entendidos como necessários para um debate, que supere o entendimento restrito à visão física, química e biológica do conhecimento de Ciências da Natureza e inclua discussões do contexto social, político, econômico e ambiental dos riscos, colocados a partir dos avanços científico-tecnológicos.

O Capítulo 2, por sua vez, tem como objetivo discutir a Inserção do Risco como caminho para a Educação CTS, contribuindo nos processos de tomada de decisão. Neste capítulo, realizamos uma reflexão sobre alguns aspectos do Movimento CTS no contexto educacional, sobre possíveis contribuições da Educação CTS articulada ao Risco para uma Educação Científica comprometida com os processos de participação social e de tomada de decisão.

Enquanto no Capítulo 3, propomo-nos a escrever sobre um caminho possível no enfrentamento dos riscos decorrentes da relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, a partir do espaço da sala de aula. Para isso, evidenciamos a importância da reflexividade na formação dos professores. Por sua vez, o Capítulo 4 apresenta a revisão da literatura acerca do campo defendido, que é a inserção do risco como caminho para Educação CTS na Educação em Ciências. O percurso metodológico desse estudo é apresentado no Capítulo 5. Por fim, as análises e discussões são apresentadas no Capítulo 6.

Desse modo, apresentamos, a partir da concepção da formação inicial de professores, ao nosso almejado estudo acerca do risco na educação científica com abordagem CTS.

CAPÍTULO 1 - SOCIEDADE DE RISCO E O PAPEL DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Nesse capítulo, discorreremos sobre o lugar da Educação em Ciências na sociedade de risco, partindo do entendimento conceitual adotado pelo sociólogo alemão Ulrich Beck (1944-2015). Em seu livro “Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade”, o autor descreve a maneira pela qual a sociedade se organiza em resposta ao risco. A obra foi publicada em decorrência dos movimentos ambientalistas, sendo divulgada próxima à tragédia radioativa de Chernobyl (Ucrânia -1986). Esse evento foi precedido por outros igualmente trágicos, como: Bophal (Índia - 1974), Seveso (Itália - 1976), Three Mile Island (Pensilvânia - Estados Unidos – 1979), Vila Socó (Cubatão, Brasil – 1984), Exxon Valdez (Alasca – 1989), além de muitos de menor monta, que trouxeram novas perspectivas sobre risco para o mundo. Segundo o autor, sociedade de risco é “um pouco de teoria social prospectiva, empiricamente orientada” (Beck, 2011, p. 12), ou seja, uma possível reflexão sobre o futuro que se baseie nos acontecimentos correntes.

Tomando esse entendimento como ponto de partida, o objetivo deste capítulo é discutir o papel da ciência na atualidade e como a Educação em Ciências pode contribuir para a construção de um pensamento reflexivo capaz de lidar com as questões daquilo que o autor denomina de segunda modernidade, ou modernidade reflexiva. Esse termo foi discutido por Beck, Giddens e Lash (1997) para caracterizar a sociedade pós-moderna, em contraposição ao termo pós-modernidade, para caracterizar o atual momento histórico, suas transformações, crises e consequências. É na perspectiva de um aprofundamento crítico da contribuição dos conceitos de risco e da modernidade reflexiva (Beck, 2003; 2011; Beck; Giddens; Lash, 2012; Giddens, 1991), que buscamos pensar sobre alguns aspectos que possam alicerçar e enriquecer a construção de diretrizes para a Educação em Ciências.

1.1. A abordagem de Risco de Ulrich Beck

O risco, como conceito relacionado com a estrutura social dessa fase da modernidade, não surge no trabalho de Ulrich Beck, ele vem sendo discutido por outros autores e abordado de formas distintas nas ciências humanas, por exemplo por

Mary Douglas (1992)³, Michel Foucault (1976)⁴, Nikolas Rose (1999)⁵ e Pat O'Malley (2008)⁶. Importa destacar que além dessas referidas abordagens, o risco é também estudado sob a perspectiva objetiva das ciências cognitivas, amparada nas avaliações técnico-científicas (Lupton, 2013).

Para o escopo desta pesquisa optamos pela abordagem de risco adotada por Ulrich Beck, por ela se dá em função das relações estabelecidas por ele entre ciência, tecnologia, sociedade, política, individualização e escola, que permitem uma aproximação mais direta com os debates que ocorrem na educação científica. Segundo este sociólogo, o risco resulta de produções humanas geradas e vinculadas diretamente à modernidade reflexiva, que, para ele, será uma nova forma de debater a sociedade atual e seus desafios.

O risco representa o esquema perceptivo e cognitivo de acordo com o qual uma sociedade se mobiliza quando é confrontada com a abertura, incertezas e obstruções de um futuro autocriado e não é mais definida pela religião, tradição ou poder superior da natureza, perdendo a fé em um poder redentor utópico (Beck, 2009, p. 4 – tradução nossa).

Beck busca retomar o fio do pensamento histórico-social construído sobre duas bases: num primeiro momento, o autor aponta que vivemos um período de transição da modernidade industrial para a modernidade reflexiva. A primeira fase vai do início do século XIX até meados do século XX e tem como centro de seu desenvolvimento a lógica do progresso baseado na produção de riquezas e no consumo de bens. Nessa fase, a ciência desfruta de elevada confiabilidade entre as pessoas, sendo eleita a forma hegemônica de conhecimento legítimo das sociedades do Ocidente. É também característica deste progresso a grande produção de inovações tecnológicas, que buscam solucionar os problemas básicos da humanidade como a fome e a saúde deficiente.

Nota-se que essas inovações trazem, desde seu nascedouro, o fantasma do risco, porém, ele não se mostra tão claramente, ficando encoberto pelo encantamento com o progresso e a riqueza gerada. Nesse contexto, os discursos sobre o risco

³ Mary Douglas em *Risk and blame: essays in cultural theory* (1992).

⁴ Michel Foucault em *Il faut défendre la société. Cours au Collège de France, 1976* (1997).

⁵ Nikolas Rose em *Power of freedom. Reframing political thought* (1999).

⁶ Pat O'Malley em *Governmentality and risk in social theories of risk and uncertainty: an introduction* (2008).

tendem a ser fortemente considerados alarmistas e antiprogressistas, mesmo diante da desigualdade gerada pela má distribuição dos recursos.

Na entrada do século XXI, período considerado por Beck a segunda fase, encontramos-nos num momento histórico em que começamos a transitar da lógica da produção de riquezas para a lógica da produção de riscos. A inocência sobre o poder do progresso não persiste, pois os riscos não conseguem mais a invisibilidade outrora existente (Adams, 2009). Nesse contexto, os riscos são denominados efeitos colaterais latentes da modernização e passam a ser questionados pelos afetados e por alguns movimentos sociais, para além de especialidades técnicas e de limites geográficos, perdendo sua invisibilidade. A partir desse olhar sobre os riscos, em que o debate acerca da cientifização clássica é questionada, Beck (2011) diz estarmos vivendo na Sociedade de Risco, ou seja,

O conceito de sociedade de risco designa um estágio da modernidade em que começam as ameaças produzidas até então no caminho da sociedade industrial. Isto levanta a questão da autolimitação daquele desenvolvimento, assim como a tarefa de redeterminar os padrões (de responsabilidade, seguranças, controle, limitação do dano e distribuição das consequências do dano) atingidos até aquele momento, levando em conta as ameaças potenciais (Beck; Giddens; Lash, 2012, p. 19).

Nessa segunda fase, um dos limites da racionalidade científica é reconhecer como riscos somente o que pela ciência for apontado, sendo sua legitimação apenas no campo singular, especializado do conhecimento, obrigando quem é afetado a fazer uso dessa mesma racionalidade, para atender à sua demanda (Beck; Giddens; Lash, 2012). Na relação em que riscos se apresentam, aqueles, que se percebem em plausível perigo, colocam-se numa ambiguidade entre a crítica e a crença na ciência.

Por essa perspectiva, não é a experiência dos afetados a determinar a consciência dos riscos, mas sim o conhecimento especializado independente da própria experiência, denominado por Beck (2011, p. 88) como “inexperiências de segunda mão”. A exigência dessa racionalização estritamente científica enfraquece as vozes de quem primeiro clama por socorro, na maioria das vezes indivíduos cientificamente leigos, prorrogando o tempo de produção de riquezas a partir de riscos. A ampliação das vozes daqueles que primeiro sofrem as consequências dos riscos acontece, normalmente, quando os riscos ou efeitos começam a afetar aqueles que lucraram com sua produção. Quando isso acontece, Beck (2011, p. 44) denomina de “efeito bumerangue”. Exemplos disso são os acidentes nucleares como Chernobyl

(1986) e Fukushima (2011) e, localmente, o rompimento de barragem em Mariana (2015) e Brumadinho (2019).

Sobre isso, Demajorovic (2003) percebe os problemas ambientais como decorrentes de uma racionalidade que ocasionou diversas transformações na organização social. Um exemplo apresentado por esse autor, trata da crise associada à modernidade surgida da Terceira Revolução Industrial. Ele ressalta que a microeletrônica promoveu grandes transformações em questões relativas à produtividade, à sociedade e ao meio ambiente. Nesse contexto, há uma nova percepção humana acerca da natureza, distinta daquela da sociedade industrial. A natureza, antes considerada como misteriosa e poderosa, na atualidade revela sua vulnerabilidade com o crescimento econômico.

Por isso importa destacar, que os riscos podem tanto levar à consciência crítica dos fenômenos, como à negação deles, seja pelo medo ou pelo lucro produzido. Os riscos podem se manter invisíveis por muito tempo para aqueles que não têm acesso ao conhecimento científico, por exemplo, no caso da acumulação de produtos tóxicos na cadeia alimentar. Isso porque, na maioria das vezes, os riscos são perceptíveis somente para quem possui uma expertise técnica apoiada na ciência. Entretanto, nem sempre é do interesse dos que detém esse conhecimento trabalhar para que sejam compartilhados.

Assim, dependendo dos interesses em jogo, os riscos podem ser maquiados ou mesmo removidos da consciência para garantir que certos setores se beneficiem ou não sejam questionados em relação às possíveis precauções que deveriam ser tomadas. Diante disso, as soluções remediadoras passíveis de comercialização no mercado são priorizadas em detrimento da busca de soluções preventivas e mais efetivas.

Sendo assim, o olhar acerca dos riscos nesta modernidade, também traz para o debate a questão da neutralidade da ciência bem como a discussão sobre uma cientifização reflexiva, em que a compreensão sobre ciência perpassa duas posições: a de solucionadora e de produtora dos problemas enfrentados pela sociedade.

A cientifização reflexiva abre, portanto, aos destinatários e usuários da ciência, novas oportunidades de persuasão e de desenvolvimento nos processos de produção e emprego dos resultados científicos. Trata-se de um processo com um alto grau de ambivalência: ele contém a oportunidade de emancipação da práxis social em relação à ciência através da ciência; por outro lado, ele imuniza pontos de vista interessados e ideologias socialmente

válidas contra pretensões científicas de esclarecimento e abre portas para uma feudalização da práxis científica de aquisição de conhecimento por meio de interesses econômico-políticos e de novas “forças religiosas” (Beck, 2011, p. 237).

Nisso, encontramos uma das justificativas para estudar risco e sociedade de risco na educação em ciências. Porque o diálogo entre ciência e sociedade precisa ocorrer de uma outra forma, encontrando um equilíbrio que também valide as vozes de quem primeiro sofre as consequências. Para que se possa estabelecer uma nova relação entre ciência, tecnologia e sociedade é preciso que se construam referenciais comuns, que possibilitem o diálogo entre os que são afetados pelo risco, os que realizam a avaliação técnica e os que validam as decisões. Sair da visão técnico-mercadológica do risco e incluir as dimensões social e política é imprescindível para compor o que consideramos ser uma perspectiva democrática, que aspire a uma sociedade para a vida mais saudável. Compreender risco em uma sociedade de risco é potencializar a força social, capaz de antecipar perigos e crises.

Uma das questões que podem dificultar a antecipação dos perigos e das crises e, portanto, uma ação mais efetiva em tempo real, é a compreensão do que Beck (2011) denominará de nova forma de socialização ou individualização, que aponta para o enfraquecimento da consciência coletiva ao mesmo tempo que normaliza a transferência da responsabilidade das instituições para os indivíduos.

1.2. Individualização na Sociedade de Risco e as implicações na/sobre a educação

Beck (2011) entende que categorias de trabalho, família, religião, classes sociais e outras, que outrora davam sustentação à lógica de compreensão do social na primeira modernidade, precisam dialogar com os novos parâmetros emergentes nessa segunda modernidade, ou como o autor denomina, modernidade reflexiva. Esse diálogo demanda uma integração das dimensões do risco, da individualização e da reflexividade, para a compreensão do mundo e do papel dos sujeitos em um contexto em que misérias e desigualdades são ampliadas pelos riscos e ameaças decorrentes do progresso, enquanto o motor da organização política vai gradativamente se transferindo da solidariedade para o medo (Brüseke, 2001; Pereira, 2007).

Esse conceito é apresentado por diferentes ângulos, como é encontrado na obra *Modernização Reflexiva* (Beck; Giddens; Lash, 2012). Nesse livro, a modernidade reflexiva é analisada por Giddens a partir do olhar sobre a cultura e a tradição; enquanto Lash reflete tendo por princípios a estetização e a economia e, Beck, por sua vez, discute a partir do local político, subpolítico e técnico da ciência, que fundamentam a reflexão acerca do conceito dessa segunda modernidade.

Quanto às categorias sociológicas, tradicionais na sociedade industrial, citadas no primeiro parágrafo, estão sendo destradicionalizadas, de acordo com Beck (2011). Esse movimento de destradicionalização, todavia, não corresponde à mudança significativa no nível das desigualdades sociais ou a uma distribuição mais equitativa dos riscos ou do empoderamento dos cidadãos (Beck; Giddens; Lash, 2012; Rothemberg; Kerbauy, 2014). Ele também não aponta para qualquer reconfiguração na jornada de trabalho, que possibilite ampliar o montante de empregos. Muito pelo contrário, novas configurações de empregos, jornadas de trabalho e outros levam à movimentação igualmente das tradições estruturantes da sociedade industrial, acrescentando o desemprego ao sistema empregatício e diluindo conceitos definidores, como o de família, deslocando a centralidade desta família para o indivíduo.

A individualização, como nova forma de socialização, contempla o destino a ser trilhado por cada um na construção de sua biografia que, ao mesmo tempo que aparenta ser altamente individual, acaba por ser limitada pela configuração das instituições e dos novos padrões sociais (Beck; Giddens; Lash, 2012). Isso significa que todos os percursos sofrem interferências de quatro desonerações sociais, sejam elas, do enfraquecimento dos destinos de classe; dos vínculos familiares; da flexibilização do mercado de trabalho e das descentralizações do local de trabalho (Beck, 2011).

Nesse percurso de individualização, as instituições operam com categorias juridicamente estabelecidas segundo as tradições da primeira fase da modernidade. Entretanto, o modelo biográfico autorreflexivo, demandado nesta segunda fase, se distancia cada vez mais desses formatos institucionais mais coletivos da primeira modernidade, transformando-se em biografia feita e a ser feita individualmente (Beck, 2011). Nesse cenário, mesmo diante das restritas possibilidades e consciência, o indivíduo se depara com a obrigatoriedade de escolher e, conseqüentemente, de arcar com o ônus e o bônus dessa escolha em processo de privatização dos riscos,

migrando da desigualdade de classes para uma suposta desigualdade individualizada, desobrigando as instituições do papel delas.

O próprio indivíduo se converte em expressão do social, delimitando sua biografia, prioritariamente, em função da sua não exclusão do mercado de trabalho. A individualização gera uma padronização, visto que as múltiplas possibilidades de trajetórias são influenciadas pelas mesmas quatro desonerações (do enfraquecimento dos destinos de classe; dos vínculos familiares; da flexibilização do mercado de trabalho e das descentralizações do local de trabalho), padronizando nesta direção a educação, o consumo e outros (Beck, 2011). Deste ponto em diante, é preciso entender que esta nova forma de socialização, dependente desse mercado, coloca a formação educacional não mais como formação para a vida e para a profissionalização, mas como algo necessário para manter-se competitivo, na lógica de flexibilização e precarização do próprio mercado, questionando, inclusive, a competência da escola como lócus fundamental da educação.

Quanto à institucionalização, as trajetórias de vida seguem os ritmos enunciados pela entrada e saída do sistema educacional, pela entrada e saída da atividade profissional, pelo limite de idade para aposentadoria entre outros. Tudo isso acontece numa sobreposição das fases da vida (infância, adolescência, vida adulta, terceira idade) e do planejamento cotidiano (família, educação e profissão) (Beck, 2011). A individualização desenhada pelo mercado de trabalho exige formação educacional, não garantindo o emprego, mas brindando os que fazem o percurso educativo da concorrência pela vaga com sua não exclusão do processo seletivo.

Os efeitos colaterais trazidos pelo progresso e pelos riscos privatizados, em que as desigualdades sociais agora passam à expressão individualizada, substituem as antigas solidariedades fundamentadas na defesa dos interesses coletivos, pela construção de uma solidariedade instável baseada no medo e na individualização biográfica (Beck; Giddens; Lash, 2012). Com isso, grupos tradicionais que lutavam unidos em defesa de seus direitos são fragmentados, sem alcançar o objeto de suas lutas. Esses pequenos agrupamentos têm sua força de atuação coletiva diminuída e, por vezes, o bloqueio da sensibilidade para as questões mobilizadoras de grandes coletivos.

Nesse sentido, fenômenos como o do desemprego estrutural, que se intensificam com o crescente modelo econômico neoliberal, tendem a justificar uma orientação hegemônica das práticas profissionais em função do mercado, dentre elas,

a docência e a formação de especialistas. Desse modo, corre-se o risco de vermos a educação cada vez mais afastada do caráter reflexivo necessário para ampliação do debate sobre esse novo momento social.

Com isso, podemos dizer que as diretrizes para uma profissão não podem ser as mesmas da sociedade industrial e, para além do trabalho, há de se pensar na escola como espaço de construção da cidadania fundamentada no pensamento social, promotora de reflexividade sobre os fenômenos atuais, por exemplo, o da individualização, com que nos deparamos atualmente (Beck, 2011). Assim, esse espaço potente de reflexividade precisa reestruturar os diálogos entre os conhecimentos, a partir da pluralidade de vozes e do entendimento dos limites contribuintes de cada uma delas.

Diante disso, a compreensão dos riscos, que migra de uma cientifização clássica para uma reflexiva, deve ultrapassar os limites e autorizações estabelecidos pelas Ciências Naturais e a eles, incorporar as contribuições das Ciências Sociais.

1.3. O risco para as ciências naturais e sociais

Existe uma generalização frequente, resquício de uma cultura ultrapassada, que menciona “ciências” referindo-se à: Física, Química, Biologia e Engenharias; e específica como “ciências sociais” todas as demais áreas. No entanto, mesmo que o conceito de ciência esteja fortemente relacionado ao seu contexto histórico, entende-se como estabelecida a compreensão comum que a ciência contempla tanto a área que estuda a natureza, como a que estuda os indivíduos e a sociedade nos seus múltiplos cenários. Nesta perspectiva, Giddens e Sutton (2017) anunciam que:

A ciência é quase sempre descrita como uso de métodos sistemáticos de investigação empírica, a análise de dados, o pensamento teórico e avaliação lógica de argumentos com o intuito de desenvolver um bloco de conhecimento sobre determinado tema (Giddens; Sutton, 2017, p. 44).

Podemos dizer que, o conceito de risco que fundamenta este estudo, o qual questiona a ciência (natural) e a tecnologia, resulta das pesquisas em ciências sociais, especificamente da Sociologia. Desse modo, Beck (2011) entende que, questões climáticas, poluição do ar, da água, dos alimentos e outras são discutidas predominantemente pela abordagem das ciências naturais, ou como o autor denomina, pela perspectiva dos dispositivos orgânicos. A análise oriunda dessa

abordagem não inclui critérios sociais, políticos e culturais, conduzindo a um diagnóstico empobrecido caracterizado pela desvinculação do homem com o ambiente. Tais diagnósticos são defendidos por meio da lógica do trinômio produtividade-progresso-riqueza, ou seja, do desenvolvimento linear que é fragilizado à medida que os impactos dos avanços científicos e tecnológicos se revelam não mais como riscos, mas como efeitos colaterais latentes, cuja aproximação realizada pelo autor, seria de “destino natural”. Seriam efeitos que estariam justificados por sua imprevisibilidade e logo, desonerando (isentando) da culpa os agentes que com eles lucraram.

Sendo assim, de acordo com Pitanga (2016), a sociedade vive uma crise resultante de sua forte organização defensora da lógica do consumo e da produção, que negligencia prejuízos de dimensões globais como a pobreza, as questões energéticas, as guerras e outros aspectos que, cedo ou tarde, atingirão a todos, mesmo aqueles que até então lucravam com eles. Essa consequência é denominada por Beck (2011, p. 44) de *efeito bumerangue*. Esse efeito, mencionado anteriormente, também denuncia que embora cedo ou tarde “todos” serão atingidos pelos riscos ou até mesmo efeitos dos avanços científicos-tecnológicos, os detentores do capital conseguirão retardar sob suas vidas tais impactos e pelo acesso à recursos financeiros, conseguirão diminuir ou pelo menos, suavizá-los, prorrogando com isso, a sua produção de lucro.

No entanto, Beck (2011) aponta para um dos possíveis caminhos para enfrentamento dessa crise, afirmando que “constatações de risco são uma, ainda, desconhecida e subdesenvolvida simbiose de ciências naturais e humanas, de racionalidade cotidiana e especializada, de interesse e fato” (Beck, 2011, p. 34). Desse modo, o autor alerta para a relevância da articulação entre as Ciências Sociais e as Ciências Naturais como proposta de remoção da cegueira social. Sendo assim, será por meio do compromisso das Ciências Sociais com a reflexividade, que as Ciências Naturais se fortalecerão para construção de uma sociedade capaz de lidar com os riscos decorrentes da modernidade. Para isso, Beck sinaliza a importância de não ser as Ciências Naturais voz soberana ou predominante nos debates, mas que a igualdade de participação de cada voz estruture as decisões tomadas.

A perspectiva defendida a partir da Sociedade de Risco, é que não existe autonomia do indivíduo ou mesmo da sociedade em relação à natureza, sendo as questões ambientais também consideradas sociais, econômicas, culturais e políticas.

Nesse sentido, a cientifização reflexiva impõe o estabelecimento de interações conflitivas, que incorporem além das ciências naturais, outras vozes, tais como as da administração, da sociologia, da filosofia, da política, da economia entre outras, para juntas percorrerem caminhos reflexivos.

Os benefícios decorrentes do campo da ciência e da tecnologia implicam também em sérios riscos sociais e ambientais. A percepção disso impõe novas demandas à vida pública e privada, na medida em que exige, cada vez mais, conhecimentos individuais e coletivos para viabilizar a participação dos sujeitos no mercado de trabalho, nas tomadas de decisão no âmbito político ou mesmo numa compreensão mais profunda do seu cotidiano e do mundo que o cerca (Christensen, 2009).

As transformações tecnológicas que reformularam nossa relação com o mundo nesse período da modernidade, por exemplo, o caso dos meios de transporte e de comunicação, bem como o avanço da compreensão de nossa participação na ecologia do planeta, tornaram a compreensão das realidades que nos cercam e a tomada de decisões políticas e econômicas, dependentes do conhecimento científico e tecnológico, exigindo, conseqüentemente, que, para que possamos construir uma sociedade verdadeiramente democrática, todos devam ter acesso a estas informações e a compreensão de seus significados, bem como capacidade crítica para identificar os jogos de interesses sociais por trás destas construções (Christensen, 2009). Ao nosso ver, isso precisa ser ensinado desde muito cedo e a escola precisa contribuir para a concretização dessa realidade.

1.4. A reflexividade na escola da sociedade de risco

A aproximação entre o sentido técnico e político da ciência e da tecnologia na compreensão da lógica dos riscos socioambientais vem demandando um repensar acerca do papel da ciência, de seus métodos, bem como da própria postura dos cientistas diante das demandas sociais que são colocadas em função desses riscos. Isso afeta o próprio sentido da educação e da escola, desafiando essas instituições a se tornarem territórios de potência para a verdadeira reflexão e formação de sujeitos aptos para fazerem escolhas e/ou tomarem decisões nesta nova realidade.

A escola não pode mais ser um lugar para atender exclusivamente a demanda de um mercado de trabalho especializado, centrado nos objetivos de uma classe

social específica, cujos interesses são a capacitação técnica para o trabalho, na perspectiva da geração de lucro e do acúmulo de riqueza. Como instituição, a escola precisa viabilizar também a formação de cidadãos críticos, reflexivos e ativos na sociedade, capazes de perceber os novos elementos que se colocam no cenário social a partir da lógica dos riscos e compreender os reflexos que estes têm para os diversos grupos sociais e mesmo na vida cotidiana dos indivíduos (Pietrocola; Souza, 2019).

Para este novo momento, essa escola precisa promover a reflexividade diante das mudanças atuais, trazendo para consciência os riscos que estão sendo privatizados, as desonerações crescentes do Estado e ainda, encontrar formas adequadas de fomentar a participação social nas decisões que desenham a construção da sociedade.

É necessário pensar em um modelo escolar que tenha como objetivo a construção de uma vida em comum, em uma escola articulada com outras instituições sociais, entendendo e respeitando os percursos individuais e mantendo o objetivo de construir um lugar e uma lógica de vida mais colaborativa e menos ameaçadora para todos.

Para isso, torna-se essencial repensar o sentido da especialização, tanto no campo do fazer científico, quanto no da educação disciplinar tradicional. É fundamental também, na escola da segunda fase da modernidade, perceber que a questão dos riscos assume um caráter iminentemente político e, como tal, será sempre ponto de disputa de grupos com diferentes interesses e níveis de poder na sociedade, havendo sempre os que com eles se beneficiam e aqueles que, de certa forma, acabam sendo mais afetados em função de sua condição socioeconômica. Aqui, uma lógica menos ameaçadora não é uma lógica isenta de conflitos, mas uma que garanta a todas as vozes o direito de participação e a legitimação nos processos de tomada de decisões.

1.5. O papel da Educação em Ciências na Sociedade de Risco

Na transição de uma sociedade industrial para a de risco, que impõe uma desigualdade individualizada, observa-se que a solidariedade pela carência é substituída pela solidariedade pelo medo. Esta última torna-se uma força política, que não mais se organiza por tradições, mas agora por vulnerabilidades postas ou

impostas aos indivíduos. Essa força política começará a ter potencial de mobilização diante da remoção da latência dos efeitos colaterais dos riscos. Assim, os agentes da modernização (economia, política, ciência e tecnologia) deixarão de ser questionados somente quando os riscos forem aparentes, ou seja, quando a compreensão de “destino natural” for substituída por “quem lucra com esses prejuízos?” (Beck, 2007). Nesse contexto, cabe à Educação em Ciências, em conjunto com outros campos, promover formação de base para a sociedade, aproximando-a criticamente do conhecimento científico e tecnológico, possibilitando uma compreensão antecipada acerca dos riscos, que priorize a lógica preventiva e não a remediadora dos problemas deles decorrentes.

Igualmente deve interessar à Educação em Ciências ressignificar e realocar o conhecimento científico em busca de uma efetiva reflexividade para que se fortaleça sua capacidade crítica, revelando as lógicas motivadoras de seu emprego, tanto pelos que se beneficiam ou lucram com o risco, quanto por aqueles que mais rapidamente são afetados. A educação crítica reflexiva deve ser um meio potencializador da voz dos não especialistas. Para alcançar esse objetivo, a Educação em Ciências da Natureza precisa se unir às outras áreas do conhecimento de forma transdisciplinar. Dentre elas, destacamos as Ciências Sociais, para juntas fundamentarem, de maneira mais ampla e sistêmica, as formas de agir e as tomadas de decisão nos diversos níveis.

Para delinear um potencial caminho, em que a Educação Científica não desvincule as ciências naturais e sociais é preciso não só contextualizar o natural no social, mas também promover debates que reflitam sobre o papel técnico e político da ciência, viabilizando a compreensão do modelo de desenvolvimento ao qual ela serve em cada circunstância analisada.

Ao longo desse percurso, a Educação em Ciências pode estabelecer diferentes posicionamentos em relação aos conteúdos a serem ensinados. Aquilo que na sociedade industrial era priorizado, conteúdos de ciência e tecnologia descontextualizados para um trabalho especializado, agora não atende mais, se é que algum dia atendeu. Hoje, faz-se necessário perceber a conexão do desenvolvimento científico-tecnológico com a sociedade. O suporte informacional da ciência e da tecnologia restrito aos conteúdos específicos não é suficiente para a tomada de consciência e, conseqüentemente, para participação política ativa daqueles que, no

seu cotidiano, precisam compreender e enfrentar os riscos que os afetam (Hodson, 2010).

Torna-se assim, indispensável refletir sobre quem detém poder para utilizar-se da ciência, bem como pensar para quem o desenvolvimento tem se orientado e que tipo ou conceito de desenvolvimento está se defendendo. Portanto, as estruturas curriculares precisam ser repensadas, bem como a postura docente.

Por isso, com a visão (auto) crítica da ciência não podemos mais pensar na profissão docente a partir da formatação da sociedade industrial. De fato, entende-se que a educação não deve ter mais como objetivo o atendimento restritivo ao mercado de trabalho, mas sim, a contínua construção de cidadanias participativas.

A discussão acerca do papel político da ciência convida-nos a refletir para além dos lugares de expressão tradicional, como partidos, parlamento e sindicatos. É necessário entender a força da ciência na economia, e, desse modo, sua importância para legitimar ou não as vozes na estrutura política oficial (Beck, 2011; Beck; Giddens; Lash, 2012).

1.6. O duplo papel da ciência

Foi durante a sociedade industrial que se deu a estruturação do modelo montesquiano dos três poderes (Legislativo, Executivo e Judiciário), também denominado de cidadão dividido. De acordo com Beck (2011), esse modelo cria um conflito em que o mesmo indivíduo que goza dos direitos democráticos como cidadão (*citoyen*), também defende como burguês (*bourgeois*) seus interesses privados no campo do trabalho e da economia, muitas vezes em detrimento do interesse coletivo. Dessa forma, é estabelecida uma diferenciação entre o que é considerado político-administrativo e o que é considerado técnico-econômico. Supostamente, a tomada de decisão no âmbito tradicional de poder representativo deveria seguir o seguinte princípio: “poder e dominação podem ser exercidos somente com o consentimento dos governados” (Beck, 2011, p. 276).

No entanto, os interesses técnico-econômicos de natureza burguesa afastam-se dessa visão política. “O progresso substitui o escrutínio” (Beck, 2011, p. 276), mesmo que ele explicita riscos, ameace à saúde, destrua a natureza e outros. Os questionamentos escapam da legitimação política. A ausência dessa legitimação política é socialmente aceita, em função do aumento de bem-estar individual e

coletivo, gerado pelas inovações tecnológicas, por exemplo, no caso da Europa pós-Guerra.

Assim, nem todas as decisões passam pelo parlamento, existe uma parte delas que é liberada, ou melhor, determinada pelo investimento empresarial e pela pesquisa. Com isso, é priorizado como objetivo a obtenção do lucro econômico, que atende somente a alguns. Observa-se, ainda, que as transformações sociais são conduzidas na latência dos efeitos colaterais gerados pelo “progresso” (Beck, 2011). O que chega às regras de controle público é assumido a partir de suportes informacionais ofertados pela ciência, em geral, tardiamente, uma vez que o segredo industrial garante, quase sempre, que não se divulgue explicitamente, desde o início das pesquisas, os riscos potenciais de uma determinada inovação.

Nesse sentido, são dois processos que, unidos, promovem a dissolução de fronteiras da política: o primeiro seria o movimento para o enfraquecimento do intervencionismo do Estado e o segundo, a camuflagem dos riscos produzidos pelas inovações tecnológicas (Beck; Giddens; Lash, 2012).

Por outro lado, duas perspectivas destes dois processos: na primeira, contempla-se um meio de redução de manobras do sistema político, que impulsiona a demanda por participação coletiva. É o caso do enfraquecimento das lutas por direitos dos trabalhadores em detrimento de um sindicalismo de resultado, baseado em acordos individualizados e flexibilizados, que substituem as políticas sociais, reduzindo o poder estatal e enfraquecendo a organização coletiva. Na segunda, percebe-se que o desenvolvimento técnico-econômico apontará os contornos da nova sociedade, não nas discussões ocorridas nos parlamentos, mas diretamente a partir das produções científicas e de suas aplicações no campo das inovações tecnológicas, como no caso da microeletrônica e energia nuclear (Beck, 2011).

Desse modo, além do risco e da individualização, desenvolve-se uma terceira categoria: a subpolítica, em que as transformações sociais, decorrentes desses avanços científicos e tecnológicos, são imunizadas da exigência de legitimação parlamentar, colocando o gerenciamento de riscos numa alçada empresarial e científica, o que implica em uma nova reflexão sobre política e moral (Beck, 2011).

Então, caso se firme uma compreensão de que o Estado interventor é enfraquecido e se transfira as responsabilidades sobre os caminhos da modernização para um sistema subpolítico ditado pelo mercado, inverte-se de modo precário o que é dado como político e o que é não político. O crescimento econômico e a liberdade

da ciência e da tecnologia substituem o sistema político tradicional, excluindo-o das decisões para tratar dos riscos e efeitos colaterais da modernização. Com isso, retira-se da esfera representativa da sociedade o direito de decidir que riscos deseja correr e quem deve ser responsabilizado pelos efeitos colaterais decorrentes. Assim, a economia e a ciência assumem, por inversão, um papel que caberia ao Estado, tornando-se uma força subpolítica.

A crença no desenvolvimento linear, ou seja, aquele que sustenta que o avanço científico-tecnológico nos leva sempre à promoção econômica e, conseqüentemente, social precisa esclarecer o seu outro lado, o da miséria produzida, da precarização das forças produtivas e das desigualdades individualizadas (ou seria individualização com desigualdades), tornando-se tema definidor da disputa política.

O poder constitutivo da política migra para a subpolítica, sem perder estabilidade institucional e as competências tradicionais, mas agora novas forças conduzem as transformações sociais: a pesquisa, a tecnologia e a economia (Guivant, 2001). Serão elas a desenhar a sociedade futura e não mais os debates parlamentares. O que é dado como não política começa a assumir o papel de liderança política, enquanto a política opera como uma agência de publicidade financiada com recursos públicos (Beck, 2011).

Um dos aspectos que caminham proximamente ao risco é a tomada de decisão. Bem verdade que para isso se faz necessário avaliar os fatores de latência, a superação da carência material e observar as forças subpolíticas, como a economia e a ciência. Sendo assim, lidar com riscos e, conseqüentemente, com decisões impõe a fundamentação no conhecimento, que deve ultrapassar os limites técnicos e contemplar também os valores humanos (Pietrocola *et al.*, 2021).

Desse modo, aproxima-se de uma discussão política indissociável da educação em ciências (Hodson, 2010). Assim, a partir do entendimento da dissolução das fronteiras do que é político, não político e agora subpolítico, colocam-se novas pautas, em um novo debate, tanto na produção, quanto na educação científica. Importa salientar que a partir desse ponto, a ciência, para dar conta das desconfianças, precisa assumir uma atitude reflexiva acerca do seu duplo papel: de solucionadora e produtora de riscos.

Schenk *et al.* (2019) afirmam que o risco tem participado das discussões nas aulas de ciências a partir de professores engajados com a Educação Ciência-

Tecnologia-Sociedade (CTS), alfabetização científica, questões sociocientíficas e outros, mas que nem sempre são abarcadas como diretrizes curriculares.

1.7. O risco na sala de aula da Sociedade de Risco

A análise a que nos propomos nesse capítulo ocorre em torno do risco, em um entendimento de uma crítica necessária e construtiva à Ciência dentro dos diferentes campos do conhecimento e em sua relação assimétrica com as vozes de não especialistas. A Sociedade de Risco não é uma das teorias contemporâneas da educação, mas como proposta de teoria social, convida também a trazer para o âmbito escolar a reflexão sobre o processo migratório de uma cientificização simples para uma reflexiva, em que a ciência sai do lugar de solucionadora de riscos e é compreendida também como uma das responsáveis pela produção deles. Discute ainda, o lugar da legitimação de vozes que autorizam “um pouco” de envenenamento ambiental, quando deveriam buscar caminhos de precaução, incluindo os riscos preventivamente na própria concepção das inovações tecnológicas. Nesse contexto, a neutralidade da ciência e da tecnologia, tão defendida por alguns, não se sustenta frente aos riscos normalmente decorrentes de processos de produção de riquezas. O que se percebe é que a gestão dos riscos oportuniza o surgimento de uma nova frente de mercado, que, ao dar lucro, corrobora com a manutenção da lógica de consumo e de produção.

Neste sentido, Beck aponta que não se trata de uma pós-modernidade, mas de uma nova etapa da modernidade em que o risco ganha uma expressão maior e os sujeitos passam a se dividir entre os que se beneficiam com os riscos (a curto prazo) e os que por ele são afetados (a curto e médio prazo). No entanto, Beck (2011) alerta para o efeito bumerangue, isto é, a longo prazo todos serão atingidos inevitavelmente pelos riscos, independentemente de ter ou não contribuído para sua criação. Facilmente, pode-se compreender isso, se tivermos conhecimento sobre a radiação ionizante não distinguir o solo pisado ou o ar respirado pelos habitantes do Planeta Terra e, sobre o tratamento da água que todos consumimos diariamente, ainda não conseguir remover agrotóxicos, hormônios e outras drogas também encontradas em diversos alimentos, ou mesmo, como aqui no Planalto Central brasileiro, nos episódios de fogo que se alastra se avizinando de todos.

Beck (2011) aponta ainda, que o risco quase nunca é visível, exceto em determinados momentos e locais específicos, onde ocorrem acidentes. Portanto, sua compreensão depende de conhecimento e argumentação científicas, mas também de dar o espaço as vozes de quem é mais diretamente afetado. Hoje, a ciência e seus especialistas, junto com as mídias são os canais de detecção, avaliação e divulgação desses riscos, sendo as vozes das populações afetadas desqualificadas em seus saberes e formas de expressão, uma vez que o saber científico se coloca hierarquicamente superior a essas vozes. Assim, as populações afetadas, privadas de sua voz, veem-se obrigadas a lutar em pé de desigualdade com aqueles que efetivamente se beneficiam com os riscos, entre eles, a própria ciência, ou melhor dizendo, aqueles que a desenvolvem.

Neste sentido, a postura, muitas vezes, arrogante dos especialistas e a fragmentação dos processos individuais tendem à construção de uma análise parcial das situações de riscos que acabam por distorcer a percepção das suas consequências, mascarando a amplitude real fazendo com que, diante da invisibilidade dos impactos, quase sempre prospectivos, as questões palpáveis da produção de riquezas acabem ganhando mais força e impulsionando as tomadas de decisões.

Para exemplificar, podemos pensar na forma como é analisado o impacto dos agrotóxicos, sempre relativo ao efeito individual de cada substância nos organismos, negligenciando o efeito sinérgico de todas as substâncias que, ingeridas pelo mesmo sujeito, podem gerar impactos muito maiores do que o previsto nas regulamentações.

Na perspectiva deste trabalho, a educação em ciências deve partir de um lugar dialógico e integrado do conhecimento; compreendendo a ciência, para além da produção de seu saber específico, também como meio estimulador de crítica e reflexão, não legitimador de verdades.

Assim, as Ciências Sociais colocam-se como elo, ou como Beck (2011) afirma, “removedor da cegueira das ciências naturais”. Entendemos ser na busca do aprofundamento crítico deste diálogo, que poderemos encontrar o caminho para uma compreensão da ciência que inclua a dimensão da cidadania crítica e participativa como parte integrante e necessária da construção de uma sociedade em que o risco ganha esta dimensão privilegiada. Nesse sentido, defendemos a imprescindibilidade de incluir essa perspectiva na construção das diretrizes curriculares para a educação em ciências.

Deste modo, os professores devem promover, desde a escolaridade inicial, o desenvolvimento da crítica e da reflexividade nessa nova sociedade. Daí a importância de a formação ocorrer nos três níveis, seja ela inicial, na indução profissional ou na continuada, pois serão os professores os agentes promotores de uma nova relação, desde a Educação Básica até a atuação de indivíduos como destinatários, divulgadores e produtores da Ciência. Somado a tudo isso, não podemos nos esquecer que os professores também configuram a representação das instituições em que ensinam.

Enquanto isso, os professores de ciências naturais, mais especificamente, terão que ressignificar o que traria um maior suposto privilégio, haja vista que a metodologia de produção e o ensino de conhecimento científico, nas suas respectivas vozes, precisam conjuntamente que as ciências sociais construam caminhos de superação dessa deficitária visão social.

Trazer o risco para o centro da Educação em Ciências é descolá-lo do conhecimento objetivo e aproximá-lo da demanda social de seu uso; é caminhar para uma nova forma de estar em sociedade, em que a participação se dá não mais como transferência de poder político para os representantes, mas como coparticipação social no processo representativo. As coordenadas específicas deste percurso ainda não estão anunciadas, mas, como resultado deste capítulo, apontamos para um direcionamento que contemple a ressignificação da ciência numa compreensão política para dentro das diretrizes curriculares, que promova a contínua reflexividade sobre o risco e sua superação, como meio de viabilizar a continuidade da vida.

A reflexão construída em torno do risco permite uma compreensão ampliada da sociedade na segunda modernidade, pois busca perceber as novas configurações da família, da escola, do mercado de trabalho, da política, da economia, das classes, das ciências e da tecnologia. Analisar as crises da tradição, da família, do Estado, da democracia, do capitalismo, no entanto, exige a expansão do debate para outros fenômenos indissociáveis da contemporaneidade como a globalização e o neoliberalismo. Assim, entendemos que o estudo sobre o risco e a sociedade, que se desenvolve a partir dessa concepção e, fundamentado na importância de compreender a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, é um ponto de partida de estruturada e profunda reflexão capaz de direcionar caminhos de mudanças, para que se mantenha o constante diálogo crítico e reflexivo com e entre as ciências e impacte diretamente a educação em ciências.

CAPÍTULO 2 – EDUCAÇÃO CTS: A INSERÇÃO DO RISCO COMO CAMINHO PARA TOMADA DE DECISÃO

Os propósitos da Educação Científica, para Santos (2011), mudam de acordo com o contexto histórico e, muitos deles vão ao encontro dos objetivos da Educação CTS. Essa aproximação ocorre na reflexividade da sociedade contemporânea acerca do suporte informacional da ciência e da tecnologia, num modelo de desenvolvimento fundamentado na lógica da riqueza, que, segundo Demajorovic (2003) invisibiliza riscos.

A Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) surge como importante colaboração para processos de escolarização na sociedade contemporânea. Em um mundo cada vez mais marcado pelos riscos originados a partir dos avanços científicos e tecnológicos, abordar as relações CTS pode ser um caminho promissor para preparar os estudantes não apenas com conhecimentos técnicos, mas também com uma compreensão de mundo mais crítica e, portanto, capaz de lidar com as implicações sociais e ambientais das inovações científico-tecnológicas. Nessa perspectiva educacional discute-se como os conceitos científicos e tecnológicos se relacionam com o mundo real; além de abordar as formas de avaliar não apenas os benefícios das inovações tecnológicas, mas também os riscos e as desigualdades associadas a elas. Da mesma forma, procura-se fomentar o desenvolvimento de habilidades para participação em debates e decisões sobre questões científicas e tecnológicas; colaborar no reconhecimento de como a ciência e a tecnologia podem perpetuar ou mitigar desigualdades sociais e ambientais e, promover a integração de diferentes áreas do conhecimento, incentivando uma abordagem mais interdisciplinar (Lacerda; Strieder, 2019).

Santos (2011) afirma que o movimento CTS no ensino de ciências tem também como objetivo da ação educacional discutir a relação meio ambiente e sociedade. Com isso, algumas abordagens, em propostas de sala de aula, surgiram em aproximação ao movimento da Educação Ambiental ou, Educação para o Desenvolvimento Sustentável ou, Educação Científica para Cidadania, ou ainda tantos outros, inspirando novos slogans, como Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), assim denominado pelo autor. Independente do slogan, o autor já

denunciava à época, a urgência de se pensar as transformações postas à sociedade decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos.

Nessa direção, este capítulo tem como ponto de partida apresentar a consolidação do campo educacional dos Estudos CTS, tratada neste texto a partir dos treze trabalhos mais citados da área, elencados por Chrispino *et al.* (2013). Em seguida, apresentar aproximações entre os estudos sobre risco e das relações CTS, como meio colaborador no desenvolvimento das tomadas de decisão e, conseqüentemente, da participação social. Assim, os riscos, nessa perspectiva, são adotados como caminho para reflexão de uma Educação CTS que busca promover além das possibilidades de soluções, problemas que nem sempre escolhemos enfrentar, somos, simplesmente, confrontados por eles.

2.1. O Movimento CTS

Defendemos, em consonância com García, Cerezo e López (1996), que as mudanças da vida cotidiana decorrentes das interferências da ciência e da tecnologia podem ter levado a confiabilidade dogmática na ciência e na tecnologia (CT) em decorrência de um certo nível de conforto proporcionado por elas. No entanto, essa confiança ficou estremecida devido a alguns eventos históricos trágicos como o lançamento das bombas de Hiroshima e Nagasaki, que descortinou a face dos riscos da produção de CT, incorporando o elemento medo na sociedade.

Neste contexto, a academia e a mídia contribuíram na intensificação do jogo de forças entre posições extremas, indo do ultra positivo ao ultra pessimista. Os primeiros depositam esperanças na CT, enquanto os últimos oscilam entre o cientificismo e a culpabilização do desenvolvimento de CT. Portanto, compreender a natureza da ciência, segundo García, Cerezo e López (1996), revela-se um caminho para desmistificar o embate do campo entre especialistas e políticos bem como para estimular uma maior participação social.

Essa influência que a ciência e a tecnologia têm sobre a sociedade, de acordo com Santos e Mortimer (2000), promoveu a autonomia da razão científica, gerando uma confiança similar à devotada divindade. Como consequência dessa crença, os autores denunciam alguns problemas que foram cristalizados em nossa cultura como mitos ainda não superados, anunciados por Japiassu (1999) e discutidos por Auler e Delizoicov (2001). Estão entre esses desafios: a) a autonomização da razão científica,

em que se tem estabelecido uma fé na ciência, no homem, na razão, em especial, no progresso; b) o cientificismo em que leva a supervalorização da ciência construindo a imagem de que todos os problemas humanos podem ser resolvidos cientificamente, exercendo com isso, uma função ideológica de dominação e c) a neutralidade científica, como se as produções de conhecimento científico e tecnológico fossem desvinculadas das forças econômicas, políticas e sociais.

As visões distorcidas sobre a ciência e a tecnologia, como referidas anteriormente e denominadas como mitos não deram conta dos questionamentos decorrentes dos primeiros efeitos colaterais expostos, tais como: contaminação do solo, da água e do ar pela exposição agrotóxicos e morte de diferentes formas de vida. Contudo, tal compreensão social ainda é revelada como desafio mediante alguns contextos como a influência do passado colonial do Brasil na percepção dos produtos negativos da CT, defendida por Auler e Bazzo (2001).

Segundo estes autores, o desenvolvimento chega tardiamente ao Brasil e, como consequência, a compreensão desse processo complexo. Além disso, a cultura dependente e exploratória dos recursos brasileiros é mantida, prolongando a lógica do desenvolvimento linear (aquele que acredita que a CT traz diretamente riqueza e bem-estar). Contribui para a propagação midiática da inquestionabilidade do conhecimento científico por não especialistas. Tudo isso corrobora para uma política de pesquisa e desenvolvimento frágil e deficitária, denunciada por o que Auler e Bazzo (2001).

O questionamento da racionalidade científica que não considera evidências, mas que só crê nas provas produzidas desse conhecimento sistematizado, aponta para a necessária compreensão social da ciência e da tecnologia (García; Cerezo; López, 1996). Tais questões são evidenciadas em algumas obras desde 1962 e abriram caminho para o campo dos Estudos CTS, entre elas, citamos: *A estrutura das revoluções científicas*, de Thomas Kuhn e *Silent Spring*, de Rachel Carsons. Porém, de acordo Mendes, Müller e Marques (2024), o campo de pesquisa, que articula o enfoque CTS com a Educação em Ciências, foi oficialmente consolidado como área de pesquisa apenas a partir da década de 1980, no evento “International Organization for Science and Technology Education” (IOSTE).

No Brasil, de acordo com Domiciano e Lorenzetti (2019), apenas na década de 1990, tem-se a estruturação deste campo, com os primeiros programas de pós-

graduação, trabalhos resultantes de pesquisa e eventos científicos e políticos. Desde então, essa área vem se desenvolvendo e fortalecendo por toda extensão territorial.

Desse modo, importa mencionar que os estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são desenvolvidos em três campos: o acadêmico, o de políticas públicas e o educacional (Chispino, 2008; Strieder; Kawamura, 2017). Sob a perspectiva acadêmica, von Linsingen (2007), afirma que os Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia (ECTS) têm seu processo de desenvolvimento em três direções: a) pensamento europeu, fundamentado na pesquisa acadêmica dos antecedentes sociais das transformações científico-tecnológicas; b) pensamento americano centrado nas questões éticas e nos efeitos sociais e ambientais e; c) pensamento latino-americano (PLACTS), cujo posicionamento é crítico em relação ao modelo linear de desenvolvimento científico-tecnológico.

Por sua vez, Vaccarezza (1998) aborda os estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade, na América Latina, mais como um campo de conhecimento do que como um movimento. A diferença para esta distinção, ele descreve no caso do conhecimento, como uma ponderação que se restringe às funções estritamente cognitivas desempenhadas pelos diferentes praticantes da reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e o social. No caso do movimento, as reflexões abarcam também a participação social, independente dos espaços coletivos. Desse modo, o autor defende a perspectiva de campo CTS, na América Latina, apontando a heterogeneidade existente no investimento em ciência e tecnologia dentro desta própria região, que se alarga na comparação extracontinental. O autor apresenta como exemplo dados da Argentina, do Brasil e do México, como algo que se destaca em relação à América Latina, mas que ainda é muito discreto em comparação a outros países do mundo.

Alguns pontos, que ainda se mostraram diferentes internamente, marcam a especificidade de campo na América Latina, por exemplo, o baixo investimento em ciência e tecnologia, a dependência predominante do financiamento pelo Estado, a significação inicial linear para o desenvolvimento científico-tecnológico, a dependência cultural, econômica e o atraso social. Tais especificidades são inicialmente mais demarcadas e manifestam outras em seu desenvolvimento posterior.

Como uma das fortes lacunas, apontadas por Vaccarezza (1998), esse campo precisa atender com aprofundamento do “S”, do acrônimo CTS, numa busca pelas

mudanças sociais decorrentes das inovações científicas e tecnológicas. Ele destaca como exemplo para esse caminho, discussões ocorridas sob a perspectiva da teoria da sociedade do conhecimento. Neste sentido, Pereira (2007) indica como tendência a busca pela compreensão da estrutura social que se forma a partir do desenvolvimento científico e tecnológico, a qual recebe algumas denominações: sociedade de risco, sociedade informacional, sociedade de rede, sociedade do conhecimento, modernidade líquida, alta modernidade e outros.

Acerca dos estudos CTS, Dagnino (2017) traz uma abordagem mais centrada na função política e acadêmica. Nesse sentido, retoma o contexto histórico que orientou a formulação do Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Assim, o PLACTS inicia reivindicando a precedência e a independência em relação ao ECTS nos países centrais, pois alguns países, como o Brasil e a Argentina, segundo o autor, já apontavam para a necessidade de se pensar a partir de um lugar periférico nessa estrutura capitalista vigente.

A preocupação fundamentadora do PLACTS diferencia-se daquela da Europa, que se origina num ambiente acadêmico das Humanidades e que era o substrato cognitivo. Pode-se dizer que o PLACTS diverge, também, do que ocorreu nos EUA, pois lá se reivindicava uma aplicação de recursos públicos à pesquisa e ao desenvolvimento militar e suas implicações negativas, como o impacto da energia nuclear, sobre a vida das pessoas, num maior cuidado ambiental (Dagnino, 2017).

Este autor destaca a importância do olhar político do contexto histórico, apontando os marcos de diferenciação. A partir da década de 1970, tanto países desenvolvidos como periféricos adotaram políticas explícitas de ciência e tecnologia (C&T) orientadas para o Modelo Institucional Ofertista Linear (MIOL). No entanto, nos países centrais, havia sido implantado, partindo da posição de um Estado de bem-estar e, aqui, de um lugar influenciado pelo nacional desenvolvimentismo que, no âmbito acadêmico, tinha aceitação praticamente generalizada. Vale ressaltar que nesse meio se formavam duas posições extremas: a da independência científica e tecnológica e a da importação de tecnologia. Sendo que a primeira, implicava um maior apoio à C&T e dentro do MIOL predominava um apoio decisivo à pesquisa básica e à formação de recursos humanos. Assim, foi do interior dessa posição, que professores argentinos das ciências exatas, reivindicavam condições para pesquisa, que nasceu o PLACTS.

Na contramão desse movimento, a partir da década de 1980, a movimentação neoliberal, no cenário mundial, evidenciou a crescente subordinação dos países aos centros internacionais, o desmonte do *welfare state*⁷ e o crescente desemprego. Enquanto no Brasil, de maneira regional, verificou-se a limitação do Estado para tratar das políticas públicas, privatização, terceirização, desnacionalização, desindustrialização da economia, precarização do trabalho e exclusão social (Dagnino, 2017).

Este autor apoia-se em Feenberg para alertar sobre a necessidade de uma reestruturação Política da Ciência e Tecnologia (PCT). Em proximidade ao defendido por Vaccarezza (1998), Dagnino aponta para o aprofundamento da perspectiva de transformação, envolvimento, impacto e direcionamento social que se deve desenvolver. Pode dizer ainda, que de modo semelhante a Beck (2011), ele defende uma ressignificação da ciência, abandonando a representação objetiva da verdade e da tecnologia como aplicação prática do conhecimento científico, avançando o olhar para a Tecnologia Social, cujo desenvolvimento incorpora os excluídos socialmente.

Com isso, ao retomar às contribuições que o Movimento CTS tem promovido para além da divulgação com sua abordagem, ou como Santos (2011) denomina, seu *slogan* original, esse autor defende que o CTS deve ser entendido como um movimento de reconstrução social. Daí, os inúmeros *slogans* devem ser considerados de acordo com o contexto histórico e a necessidade de continua recontextualização. Porque, embora todos eles carreguem princípios diferentes, se apresentam com propósitos comuns, que almejam “processos participativos de tomada de decisão em CT para a promoção de uma sociedade justa e igualitária” (Santos, 2011, p. 39).

Sob esse traçado é que se mostra indissociável o debate dos três campos CTS, ou seja: acadêmico, de políticas públicas e educacional para a reflexividade, mudança e participação social dos indivíduos. A Educação em Ciências, campo de estudo deste trabalho, não pode se limitar ao conhecimento disciplinar. Impõe-se pela intensidade das transformações no polo social, causado pela ciência e pela tecnologia, a inserção de postura interdisciplinar e transdisciplinar, que alfabetize, ou seja, promova a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural e social),

⁷ É uma forma robusta do Estado se posicionar frente às políticas de economia e social, de maneira a interferir em decisões, para garantir igualdade ao acesso aos serviços básicos (saúde, educação, segurança, moradia) de toda sua população. Essa denominação é associada fortemente a Europa no período pós Segunda Guerra.

e de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência, para uma verdadeira participação da sociedade.

2.2. CTS Educacional

No levantamento realizado por Santos e Mortimer (2000), muitos autores já mostravam, no campo educacional, o CTS como o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, em que os estudantes podem integrar o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências cotidianas.

Como caminho de enfrentamento, o campo educacional dos Estudos CTS estabeleceu-se na busca por perspectivas mais transdisciplinares do que disciplinares, na motivação por interações entre os diferentes atores sociais, como cientistas, representantes dos governos, do setor produtivo, de organizações não-governamentais e da imprensa. Esse caminho almeja construir um diálogo não para cultivar a ciência e a tecnologia, mas fortalecer representações que viabilizem os indivíduos agirem, tomarem decisões e compreenderem o que está em jogo no discurso dos especialistas (Santos; Mortimer, 2000).

Para von Linsingen (2007), a função educacional CTS deve abordar todas as perspectivas acadêmicas dos ECTS para alcançar compreensões das iminentes realidades regionais e globais. Desse modo, o propósito tem sido consolidar uma educação científica não restrita à cultura científico-tecnológica, mas que compartilhe, com a cultura humanística, a construção de reflexividade acerca do modelo de desenvolvimento adotado localmente. Daí a necessidade de educadores e educandos buscarem perspectivas mais críticas para o âmbito escolar, de modo a permitir algum afastamento dos conteúdos e uma certa abertura para a compreensão das transformações sociais, promovidas pela ciência e pela tecnologia, viabilizando, assim, possíveis tomadas de decisão individuais e/ou coletivas para a manutenção da vida em comum.

Nesse sentido, e de acordo com von Linsingen (2007), o fortalecimento da educação pode ser promovido a partir de duas ações concatenadas: a admissão curricular da interdisciplinaridade e o tratamento transversal da temática CTS na abordagem disciplinar das áreas técnicas.

Isso posto, considerando os conceitos de disciplina, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, Bursztyn e Pietrocola (2019) apontam para a necessidade de transcender a especialização ou as disciplinas, configurando um contexto interdisciplinar que ocorre no diálogo entre disciplinas, no âmbito escolar, sem hierarquia de vozes. Ainda por esse mesmo ângulo, por meio da transdisciplinaridade, estes autores propõem ultrapassar os limites institucionais e incluir elementos externos a esse ecossistema, buscando a integração dos conhecimentos práticos, da inteligência coletiva, do conhecimento social, da sabedoria popular entre outros. Nesse cenário, uma disciplina deve fazer parte da coprodução de conhecimentos. A transdisciplinaridade não elimina a importância da interdisciplinaridade, que ocorre quando as disciplinas dialogam dentro do mesmo campo institucional, pois trata-se de um importante espaço de definição de estratégias, sendo necessário pensar na contribuição das disciplinas, sem, no entanto, estagná-las ou priorizá-las em seus limites.

No levantamento sobre a implementação do Movimento CTS no contexto educacional brasileiro, Auler e Bazzo (2001) descrevem que a politização acerca de CT se mostra carente de maior democratização, apontando para a importância da participação social desde a década de 1970. Existe uma crença antiga de que os governantes precisam ter conhecimento específicos para governar. Então, diante de todas as mudanças decorrentes do desenvolvimento da CT e da falta de conhecimento sobre este campo, García, Cerezo e López (1996) levantaram o questionamento de como as pessoas irão escolher quem os representará acerca das decisões de CT?

Diante do confronto dos mitos, a partir da década de 1970 uma nova visão começa a ser fortalecida, a da ciência como produto do contexto econômico, político e social. Enquanto na década seguinte, debates sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico ganharam destaque levando assim, os estudos sobre ciência, tecnologia e sociedade a influenciarem a elaboração de currículos de ciências no mundo inteiro. Tais currículos tinham por objetivo preparar os alunos para o exercício da cidadania por meio de uma abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social (Santos; Mortimer, 2000).

Simultaneamente ao desenvolvimento dos Estudos CTS, mas sem expressar sua aproximação declaradamente, o pensamento social da Sociedade de Risco buscou alertar que os avanços científicos e tecnológicos promoveram riscos que

inicialmente eram percebidos e enfrentados pelas classes. No entanto, a individualização, forma de socialização, decorrente desse mesmo processo, promoveu a migração dos riscos de classes, encarados de maneira coletiva, em que a percepção de classe ou coletivo é dissolvida, levando a falsa crenças que podemos escolher os riscos que enfrentamos, assumindo individualmente o ônus e bônus dessas “decisões” (Beck, 2011).

Apesar de ambos os campos se comprometerem com os aspectos sociais vinculados a ciências e a tecnologia, o entendimento em como trazer tais questões para o cotidiano de sala aula não procede de maneira tão semelhante. Com isso, alguns pesquisadores debatem as intencionalidades e as proximidades por trás da associação CTS descritas nos currículos de Educação em Ciências. A compreensão da relação CTS, segundo Auler e Delizoicov (2001), deve desconstruir mitos, buscando uma perspectiva ampliada e distanciando-se do olhar reducionista de concepção de neutralidade para a CT.

Um dos trabalhos mais citados no levantamento de Chrispino *et al.* (2013) é o de Aikenhead (1994), no qual o autor descreve como CTS pode ser integrado ao currículo de ciências, categorizando oito níveis hierárquicos, da presença CTS em proposta curriculares de Ciências, partindo do primeiro nível caracterizado por forte vinculação aos conteúdos de ciências, mencionando os conteúdos CTS como instrumento de curiosidade das aulas, passando pelos demais níveis que aumentam a participação dos conteúdos CTS nas aulas até alcançar o oitavo nível, em que ocorre uma inversão e o conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

De forma semelhante, o trabalho de Pedretti e Nazir (2011) observa a intencionalidade e o que diz respeito a Educação CTSA nos currículos de Ciências. É um trabalho que busca dar suporte para que os educadores identifiquem os objetivos de educação, abordagens dominantes e exemplos de estratégias apresentando um mapa das correntes da Educação CTSA.

Auler e Bazzo (2001) reconhecendo a mudança de olhar ocorrida na segunda metade do século XX, devido a alguns movimentos sociais em países capitalistas questionarem os produtos da CT, defendem a incorporação da CT como debate político. Tal debate, para Binatto, Chapani e Duarte (2015), revela sua urgência e importância no contexto escolar como meio de colaboração para a democracia,

exigindo um olhar cuidadoso para a formação de professores, que precisam estar preparados para lidar com essa demanda.

Pensando no ambiente educacional, outra colaboração foi a análise de “perspectivas educacionais e diferentes maneiras de abordar as relações CTS” em contexto escolar, realizada por Strieder e Kawamura (2017, p. 49). As autoras, propuseram uma matriz de referência, com a qual analisaram propostas de ensino de ciências publicadas no período de 2000 a 2010. A partir dessa, elas estabeleceram parâmetros da Educação CTS, que permitem sintetizar os diferentes olhares para os debates acerca da ciência, da tecnologia, da sociedade, e propósitos, que possibilitam analisar diferentes perspectivas educacionais e seus significados. Como parâmetros da Educação CTS, Strieder e Kawamura (2017) elencaram três elementos: (i) racionalidade científica; (ii) desenvolvimento tecnológico; e (iii) participação social. Como propósitos indicaram outros três: (i) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (ii) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania; e (iii) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.

Buscando uma aproximação das discussões sobre a modernidade reflexiva, tratada na obra de Beck (2011), com a Educação CTS, consideramos que esse autor aborda, entre outras coisas, os três parâmetros salientados por Strieder e Kawamura (2017), discutindo a nova sociedade a partir do conceito de risco decorrente dos avanços científico-tecnológicos. Para Beck (2011), a modernização não trouxe apenas o “progresso”, mas também riscos e efeitos colaterais, que perpassam o meio ambiente, a saúde, a economia, o mercado de trabalho, o novo posicionamento da mulher, a educação, a política e, evidentemente, a ciência. O dito “progresso” ocorreu numa lógica distributiva de riquezas, que buscaram ultrapassar a carência material por meio de um suporte informacional da ciência como solucionadora de problemas. A racionalidade científica é referida pelo autor no deslocamento de uma cientifização simples para uma reflexiva, ou seja, do entendimento de uma ciência solucionadora de problemas para igualmente produtora deles, como abordado no capítulo anterior. Ainda, outras questões são colocadas, tais como, os limites impostos pelas ciências naturais, desconsiderando aspectos sociais, culturais e econômicos, cuja articulação com as ciências sociais mostra-se urgente e necessária frente à esta demanda, também objeto de nosso texto anterior.

Sob o prisma dos propósitos, alguns riscos ou efeitos colaterais do “progresso” perdem sua latência à medida que retornam aos seus produtores, como num efeito bumerangue, confrontando a ciência, além de anunciar a movimentação de visibilidade dos riscos, mesmo diante do conhecimento sobre eles, destacando a importância da percepção e da carência material. Além disso, Beck (2011) defende a relevância de perceber a Ciência no seu duplo papel: político e técnico, capaz de organizar a sociedade não mais na restrição exclusiva das classes, mas, agora, diante dos riscos promovidos por ela, cuja compreensão exigirá maior participação social por se confrontar com a consequente privatização de riscos e a desoneração do Estado, discutindo assim um novo lugar de cidadania.

2.3. Contribuições à Educação CTS

O desenvolvimento da Educação CTS, nesse quase meio século, revelou múltiplas compreensões acerca de como trazê-la para sala de aula. Algumas mais críticas, outras nem tanto; algumas mais vinculadas como o processo tradicional de ensinar ciências, outras mais inovadoras quanto aos métodos e objetivos. No entanto, nessa abertura de especificidades, observou-se uma demanda direcionada para uma compreensão mais aprofundada das relações CTS, na qual seja possível evidenciar mais claramente intencionalidades e forças políticas mascaradas por um discurso legitimado por grupos. Assim, quanto a abertura do campo, maior será a possibilidade de compreensões.

Auler (2003) abordará os objetivos da Educação Científica por meio da nomenclatura Alfabetização Científica, por compreender seus pressupostos próximos às ideias de Paulo Freire e às do Movimento CTS. Do mesmo modo, o autor descreverá o percurso histórico da ACT sendo construído paralelamente às trajetórias do movimento CTS e ao crescimento da influência freiriana. Dessa forma, após justificada a opção por ACT, propõe a ampliação do debate a partir de uma Alfabetização Científica e Tecnológica, que visa superar o ensino meramente propedêutico e disciplinar. Propõe, ainda, a substituição da abordagem conceitual pela abordagem temática. A ACT deve promover criticidade à leitura do mundo atual cuja compreensão visa propiciar reformulações acerca dos avanços científico-tecnológicos.

Partindo da abordagem temática, Auler (2003) defende a ampliação dos debates para além dos métodos, compreendendo as dimensões sociais, econômicas e políticas. O conceito de tema perpassa, não somente ao adotado por Paulo Freire (gerador), que busca instrumentalizar o aluno para a seu melhor entendimento e participação na sociedade, mas também o de Snyders (significativo), que envolve contradições sociais e renovação dos conteúdos programáticos escolares numa dimensão crítica.

Em consonância com a abordagem temática, Auler (2003) apresentará outros autores que defendem a urgência da abertura da realidade educativa, numa perspectiva que contemple situações-problemas de contextos reais dos estudantes e que superem a abordagem exclusivamente disciplinar. Desse modo, as disciplinas deixariam de ter um fim em si mesmas e configurar-se-iam em meios ou ferramentas para a compreensão da sociedade.

Neste sentido, a interdisciplinaridade vem com a pretensão de utilizar os conhecimentos de várias disciplinas para resolver problemas reais. O autor não aborda a transdisciplinaridade, mas deixa clara a limitação da perspectiva disciplinar e se posiciona acerca da interdisciplinaridade, pois, para ele, não se trata unicamente de uma junção de disciplinas, mas requer uma compreensão dialogada a partir de vários campos de conhecimento, inclusive outros não pertencentes às ciências naturais.

Santos (2007), em seu trabalho sobre a Educação científica, na perspectiva de letramento como prática social, apresenta a importância dessa orientação educativa, por reconhecer a função de formação de cidadãos letrados em ciência e tecnologia, que compreendem os modelos científicos e apresentem domínio de vocabulário e de resolução de problemas a partir desse conhecimento. No entanto, nesse mesmo trabalho, o autor afirma que mais importante que a terminologia adotada, seja ela letramento ou alfabetização, é a função a ser desenvolvida para a formação cidadã dos indivíduos. Essa função deve associar o prisma da formação científico-cultural à formação humana centrada em valores.

Com isso, embora os movimentos de alfabetização ou letramento científico apresentem objetivos comuns ao movimento CTS, eles também podem se orientar para focos diferentes. Dentre os focos adotados podem ser enumeradas a formação de cientistas; a formação social do ensino de ciências para a tomada de decisões; e a apropriação do conhecimento, da linguagem e da argumentação científica.

Assim, Santos (2008) irá defender a visão ampliada do movimento CTS, por meio do emprego da perspectiva freiriana para uma educação científica humanística, a qual busca, com a adoção da abordagem de aspectos sociocientíficos e da política, alcançar uma formação holística comprometida com a promoção do desenvolvimento da cidadania. Nesse sentido, o autor ampara-se na base freiriana de uma educação política, crítica ao modelo de desenvolvimento, que tem avançado e, cuja promoção ocorre na lógica da produção de riquezas e orienta para a manutenção das desigualdades.

Santos (2008) defende que a perspectiva humanista freiriana de educação científica aproxima-se da visão ampliada do movimento CTS. Um retorno aos objetivos iniciais, aqueles construídos na década de 1970, cuja busca fundamentava-se na compreensão das interações Ciência-Tecnologia-Sociedade, distanciando-se do enfoque de neutralidade, salvacionismo e superioridade que tem sido empregado ao conhecimento científico-tecnológico.

Santos (2008) vai de encontro à ideia de que a tecnologia sempre produz desenvolvimento econômico e utilidade à sociedade. O autor não nega os inúmeros benefícios da tecnologia, dentre os quais se encontra o aumento da expectativa de vida dos indivíduos. No entanto, compreender a tecnologia de forma linear, ou mesmo posicionar o objetivo da educação científica para o domínio das ferramentas tecnológicas, não irá viabilizar uma sociedade combatente ao processo de opressão, ou mais justa, ou menos desigual e capaz de exercer plenamente sua cidadania.

Desse modo, a perspectiva freiriana para a educação científica traz alguns elementos para essa práxis. Para iniciar é preciso assumir que não há educação neutra, pois qualquer caminho que se direcione para uma intenção imparcial, estará, na verdade, reproduzindo o sistema de opressão estruturado. Para essa abordagem, o caminho deve perseguir os temas geradores, que são temas locais, temas que promovam aspirações e que sejam necessidades específicas de uma comunidade. Nesse sentido, esses elementos aproximam-se dos aspectos sociocientíficos e da abordagem política da ciência que Beck (2011), em seu pensamento social, irá explorar, a partir da migração de uma cientifização simples para a reflexiva, ampliando, desse modo, o entendimento de que a ciência não só soluciona problema, mas também o produz, atribuindo-lhe, um duplo papel à ciência: o político e o técnico.

Em proximidade à Santos (2008), Auler e Delizoicov (2006a) buscaram, a partir dos pressupostos de Paulo Freire e dos referenciais do movimento CTS,

apresentar diretrizes curriculares para a Educação em Ciências. Os autores partiram do entendimento de que a estrutura social contemporânea é decorrência dos avanços científicos e tecnológicos e de que, desse modo, exige maior participação dos indivíduos nas decisões acerca dessa temática e impõe à educação essa missão preparatória.

Auler e Delizoicov (2006a) apontam para a maior ocorrência da participação dos estudantes do hemisfério norte, nas decisões que envolvem ciência e tecnologia, do que dos estudantes da América Latina, cuja participação ainda ocorre de maneira muito inicial e fortemente afetada pela carência material, pela existência de uma cultura de silenciamento ou de não envolvimento social. Tal participação dos países centrais se dá na formulação da crítica ao modelo de desenvolvimento implantado, conduzindo a Educação em Ciências para além da construção reducionista de conceitos, exigindo a compreensão do contexto social e dos impactos formados a partir dos avanços científicos e tecnológicos.

Na América Latina, os pressupostos freirianos irão direcionar a Educação em Ciências para o seu papel de promover a participação dos sujeitos nos processos decisórios, numa perspectiva mais democrática do que tecnocrática. Auler e Delizoicov (2006a), ainda, indicam a necessidade de um entendimento dialético do mundo, em que as habilidades do sujeito alfabetizado não se limitam à leitura e à escrita das palavras, mas estendem-se à compreensão do mundo, a começar pelos contextos locais.

A crítica ao modelo de desenvolvimento científico-tecnológico linear impõe algumas superações, dentre elas a da concepção de neutralidade da Ciência-Tecnologia. Tal concepção atribui maior legitimidade às decisões tecnocráticas em detrimento das democráticas; afasta-se do ideário de uma Ciência-Tecnologia salvacionista e de solução, mas se percebe como produtora de diversos efeitos colaterais com os quais o mundo atual se depara (Auler; Delizoicov, 2006a). Esses são aspectos que Freire (1993) indica para a participação do ser humano como sujeito histórico e não como objeto. Na realidade, são discussões que trazem o modo ampliado da educação não reducionista, pois este modelo perpetua um sistema opressor dominante.

Com isso, a visão freiriana do enfoque CTS, segundo Fernandes e Gouvêa (2020), surge no Brasil no espaço educacional e aponta como principal direcionamento promover uma “educação problematizadora, de caráter crítico, na qual

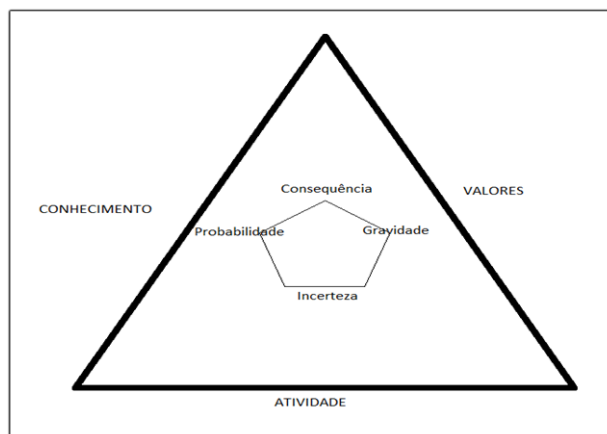
o diálogo começaria a partir da reflexão das contradições básicas da situação existencial” (p. 8). Essas contradições estão relacionadas a problemas com as discrepâncias relacionadas à distribuição de renda, ao acesso à educação, aos produtos científico-tecnológicos e a concentração de terra. Tudo isso leva à desigualdade e às injustiças sociais.

2.4. Como o Risco pode se articular com a Educação Científica?

Algumas abordagens acerca da temática risco, segundo Schenk *et al.* (2019), são observadas na Educação em Ciências, dentre elas, discussões e sugestões de currículos visando à alfabetização científica. Nestes, destacam-se aspectos sociais e epistemológicos da ciência para a alfabetização científica, associados ao movimento CTS; questões sociocientíficas, que exigem alguma análise de custo-benefício, com as quais o risco interage com valores; avaliação de riscos, como parte da educação científica e outros.

Schenk *et al.* (2019) apresentam uma análise detalhada de como o risco é tratado na literatura acadêmica e, ressaltam aspectos de seu gerenciamento e uso para análise de decisão. A partir dos resultados dessas análises, propõem um modelo conceitual de risco para a dimensão educacional. Eles apontam ainda um modelo para uso desse conceito no ensino de ciências, conforme a Figura 1, constituído por três elementos-base, *atividade, conhecimento e valores* e, quatro elementos centrais: *incerteza, probabilidade, gravidade e consequência*.

Figura 1 - Uma representação esquemática do conceito multidimensional de risco



Fonte: Schenck *et al.* (2019).

O modelo educacional proposto considera que risco tem um caráter multifacetado, podendo ser empregado em diferentes situações. Ele também apresenta um caráter dual, não podendo ser reduzido a uma questão de fato objetivo ou subjetivo. Os elementos-base conhecimento e valores mostram-se como apoio para a atividade, ou seja, para a tomada de decisão. Enquanto os demais elementos centrais (consequência, probabilidade, incerteza e gravidade), nos exemplos práticos, por vezes, misturam-se, a ponto de dificultar o limite conceitual de cada um deles.

Os riscos caracterizam-se como incertezas decorrentes do desenvolvimento científico-tecnológico que reconfiguraram a sociedade. Essas novas possibilidades de ameaças e perigos impõem tomadas de decisão diante de diversos aspectos contemporâneos, sejam eles ambientais, econômicos, políticos, do mercado de trabalho, da localização da escola ou da individualização.

Na análise realizada por Schenk *et al.* (2019), o grupo apresenta um levantamento bibliográfico do uso do conceito de risco na educação científica e, enumera alguns trabalhos⁸ que defendem a inclusão desse conceito para promoção da alfabetização científica, ou como uma das ideias centrais sobre ciências, ou como parte constituinte de modo explícito do movimento CTS, ou ainda como característica de questões sociocientíficas. Em relação às temáticas utilizadas no trabalho com risco, Shenck *et al.* (2019) destacam a recorrência de duas temáticas, são elas: debate nuclear e radiação ionizante. No entanto, estes autores afirmam que, de maneira geral, embora crescente, ainda é discreta a presença do conceito de risco na literatura de educação científica.

⁸Cerulli, D.; Holbrook, J.; Mander, Ü. Devising an Instrument for determining students' preparedness for an education through science learning approach within the topic of natural hazards. **Science Education International**, v. 27, n. 1, p. 59–87, 2016.

Christensen, C. Risk and school science education. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 205–223, 2009.

Hansen, J.; Hammann, M. Risk in Science Instruction. The Realist and Constructivist Paradigms of Risk. **Science & Education**, v. 26, p. 749–775, 2017.

Kolstø, S. D. Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socioscientific issue. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 14, p. 1689–1716, 2006.

Levinson, R.; Kent, P.; Pratt, D.; Kapadia, R.; Yougi, C. Developing a pedagogy of risk in socio-scientific issues. **Journal of Biological Education**, v. 45, n. 3, p. 136–142, 2011.

Simonneaux, L.; Panissal, N.; Brossais, E. Students' perception of risk about nanotechnology after an SAQ teaching strategy. **International Journal of Science Education**, v. 35, n. 14, p. 376–2406, 2013.

Atualmente, praticamente não há país no mundo que não garanta, em seus textos legais, o acesso de seus cidadãos à educação, com base no pressuposto de que a educação escolar é condição fundante da cidadania. Nas sociedades democráticas, em que os cidadãos assumem seus direitos e exercem seus deveres, a qualidade das decisões tomadas por não especialistas é de importância fundamental.

O conceito de risco, de acordo com Levinson *et al.* (2011), abordado normalmente pela ciência e pela tecnologia, tem suas raízes na teoria da tomada de decisão. Esta, por sua vez, tem sido um tema defendido como relevante e necessário na educação em ciências, segundo Kolstø (2006). Para este autor, certas abordagens decorrentes da Educação CTS, como a ACT e as QSCs são utilizadas por algumas organizações educacionais para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões. Dentre as organizações citadas estão: American Association for the Advancement of Science - AAAS⁹, National Research Council - NRC¹⁰; Organization for Economic Co-Operation and Development - OCDE¹¹ e Royal Society¹².

Altenberga e Rubene (2022) defendem a importância da alfabetização científica para a tomada de decisão, interferindo assim na competência para avaliação de informações. Quanto à tomada de decisão na sociedade moderna, segundo Radakovic (2015) “está centrada na avaliação e gestão do risco” (p. 278), incluído desde problemas relacionados ao mercado financeiro até questões climáticas. Para o autor, a maior parte dos sujeitos não é competente para a tomada de decisão com base no risco. Nesse mesmo sentido, para Levinson *et al.* (2011), questões sociocientíficas serão pensadas por meio de uma apreciação do risco, considerando-se algumas perspectivas, tais como: epistemológica, psicológica, sociológica, cultural e pedagógica.

Como exemplo, trazemos um trabalho em QSC de Kolstø (2006), em que ele analisa tomadas de decisão de estudantes noruegueses frente aos riscos decorrentes da construção de novas linhas de energia em associação com o possível aumento do

⁹ Rutherford, F. J.; Ahlgren, A. **Science for all Americans**. Oxford university press, 1991.

¹⁰ National Research Council *et al.* **National Science Education Standards**. National Academies Press, 1996.

¹¹ Organization for Economic Co-Operation and Development. **Measuring student knowledge and skills: A new framework for assessment**. OECD Publishing, 1999.

¹² Royal Society. **The public understanding of science**. London: Royal Society, 1985.

risco de leucemia infantil. De acordo com essa pesquisa, os tomadores de decisão deparam-se, não somente, com o conhecimento objetivo detido para essa ação, mas também com valores éticos e morais. Assim, é possível observar a algumas aproximações com o risco a partir da afirmação de Kolstø (2006) acerca de QSC.

As questões sociocientíficas envolvem frequentemente o desacordo de peritos sobre questões científicas centrais, tais como a existência ou a dimensão de um risco para a saúde humana ou para o ambiente. Nestas questões, o estudante, e o cidadão em geral, é confrontado com duas questões principais. Primeiro, há a questão ética, pessoal ou social relacionada a qual cenário preferir ou quais ações tomar. Em segundo lugar, o tomador de decisão pode precisar tomar uma decisão sobre a questão científica envolvida (p. 1690).

Schenk *et al.* (2019) defendem que questões de riscos na educação em ciências perpassam por sete elementos. Dentre os defendidos, três coincidem com o trabalho de Kolstø (2006), são eles: incerteza, gravidade e consequência. Para este autor, foram diversas as reações dos estudantes ao lidarem com a questão ética, a científica e a questão do risco e, muitas vezes, suas ideias entravam em conflito com os especialistas. No entanto, Kolstø destaca um fenômeno observado a partir da predominância do elemento incerteza, em que algumas pessoas assumem posição defensiva evitando tomada de decisão, alegando falta de tempo ou de informação.

Radakovic (2015) afirma que são restritos os estudos que tratam sobre a compreensão de risco pelos alunos em sala de aula. Ele aponta para trabalhos com formação de professores, que indicam a necessidade de a ação pedagógica para a tomada de decisão considerar alguns recursos, tais como: conhecimento matemático, conhecimento contextual, respostas afetivas e experiências pessoais. Assim, o autor afirma que “a tomada de decisão baseada em risco é um processo complexo, que envolve uma interação de raciocínio quantitativo altamente contextualizado e compromissos sociais, crenças e valores dos indivíduos” (p. 287), o que se aproxima também dos três elementos-base para trabalho do risco na educação em ciências, defendidos por Schenk *et al.* (2019), ou seja, conhecimento, valores e atividade.

A escassez de estudos sobre risco na sala de aula de ciências também é anunciada por Levinson *et al.* (2011), mas estes autores acrescentam que embora de forma embrionária, a Inglaterra tem desde o início dos anos 2000 incorporado a questão do risco na ciência e na tecnologia nos currículos escolares. Para os autores, projetos que trabalhem essa temática precisam “perturbar o pensamento dos

professores para obter uma janela sobre o seu pensamento-em-mudança sobre o risco e a sua pedagogia; incorporar conjecturas sobre projetos com novas ferramentas pedagógicas” (p. 137).

Diante do exposto, mostra-se urgente a inclusão do risco no desenvolvimento de debates; nas tomadas de ações individuais e coletivas; e na participação efetiva da sociedade nas políticas públicas por meio da convocação contínua de reconstruções ideológicas, dentre elas, a de uma Educação em Ciência comprometida com a reflexão acerca dos parâmetros norteadores da vida e para a vida.

Existe uma diversidade de perspectivas para participação social, segundo Strieder e Kawamura (2014). As autoras buscaram categorizar tais entendimentos em cinco níveis de crítica. Para isso, elas trouxeram contribuições de autores que tratam a participação social no âmbito das discussões da ciência e tecnologia. Dentre os autores analisados por elas está Beck, com seu pensamento social da Sociedade de Risco, cujo argumento é construído na defesa por mais esferas políticas participando nas decisões que envolvam a ciência e a tecnologia, incluindo com isso, os riscos e efeitos anunciados não somente pelas vozes dos especialistas, mas incluindo igualmente todas as demais partes constituintes da sociedade.

2.5. Participação Social

Os níveis de crítica categorizados para participação social apresentados por Strieder e Kawamura (2014) são: a) reconhecimento da presença da ciência e da tecnologia (CT) na sociedade; b) avaliação de impactos positivos e negativos dos usos dados aos produtos da CT (pós-produção); c) discussão de problemas, impactos e transformações sociais da CT; d) identificação das contradições; e) compreensão das políticas públicas. Sendo assim, as discussões trazidas por Beck (2011) acerca do duplo papel da ciência, como lugar técnico e político, bem como outros locais existentes nessa mesma estrutura, como o subpolítico mostram-se como potenciais colaborações para o alcance desse último nível de entendimento crítico acerca da participação social.

Santos e Auler (2019) entendem que para o desenvolvimento de uma cultura de participação em processos decisórios é fundamental trazer o debate acerca da suposta neutralidade da ciência e da tecnologia. Para isso, os autores buscaram categorizar trabalhos de práticas educativas CTS, publicados no Encontro Nacional

de Pesquisa em Educação em Ciências (Enpec) e em periódicos da área, que apresentassem valores e direcionamentos para a participação social. As categorias analisadas foram: (i) superação do determinismo científico-tecnológico; (ii) valores e características de determinado espaço-tempo condicionam a agenda de pesquisa, o produto científico-tecnológico; (iii) participação social na definição da agenda de pesquisa em Ciência-Tecnologia; (iv) encaminhamentos promissores; (v) participação social limitada às implicações/impactos da Ciência-Tecnologia na Sociedade. Esses autores defendem que a participação social ainda se mostra muito incipiente em processos decisórios que envolvam a ciência e a tecnologia por ser fragilmente discutido esse papel político da ciência, ou a não neutralidade da ciência. Nesse sentido, os autores afirmam que o PLACTS contribuiu com alguns questionamentos, tais como o tipo de transferência tecnológica do hemisfério norte para o sul, suas consequências e relações diretas e indiretas.

Um outro apontamento, também levantado por Santos e Auler (2019), seria do discurso oficial de que a tecnologia não é boa e nem é ruim, mas o seu uso a classificaria. No entanto, tal defesa dissolveria muito da responsabilidade associada aos impactos ambientais, da lógica de consumo priorizada, das questões cada vez mais declaradas da obsolescência programada e da descartabilidade.

Com isso, retoma-se à importância de se trazer a discussão do duplo lugar da ciência: técnico e político, o que implicaria diretamente nessa geminação também presente na tecnologia. Desse modo, estabelece-se assim a cadeia de conexões entre risco, tomada de decisão, duplo papel da ciência e a participação social, mostrando-se como tema urgente e indispensável da formação dos sujeitos para exercício da cidadania¹³.

2.6. A participação social para a tomada de decisão considerando os riscos

A crescente fragmentação da ciência limita o cálculo total do risco, não tornando mais ampla a maneira de calculá-lo. Isso desvincula, muitas vezes, os cientistas da responsabilidade de prever os resultados futuros de seu trabalho, ou

¹³ A cidadania é o *status* conferido aos indivíduos dentro de uma comunidade nacional ou política específica que carrega consigo determinados direitos e responsabilidades. É um conceito originário das Cidades-Estados da Grécia Antiga, em que a cidadania de um indivíduo era delineada pelos limites territoriais. Nesse sentido, o *status* conferido é social. No entanto, hoje pode-se pensar para além desse conceito, em outros tipos de cidadania como a civil, a ambiental e a política (Giddens; Sutton, 2017).

seja, de incluir os efeitos colaterais de maior espectro como parte dos resultados de sua pesquisa. Assim, é possível na modernização reflexiva discutir a partir da esfera do estimável, que em outras palavras seria sair de um modelo determinístico para o modelo probabilístico, ou seja, de um modelo que exige eficiência na precisão, controle e confiança, para um modelo em que se inclui as incertezas nos cálculos dos futuros resultados. Dessa forma, não se poderia mais alegar a incalculabilidade dos efeitos colaterais, pois eles passariam a fazer parte da pesquisa desde o início (Beck, 2011).

A discussão em torno da responsabilidade dos cientistas em relação aos resultados de suas pesquisas precisa informar quem financia o trabalho, pois a responsabilidade da divulgação dos resultados não é somente do cientista. Como indivíduo, ele pode ser incluído ou retirado do processo à medida que agrada ou desagrada quem o financia. Como exemplos podemos citar o John Love Lock com a teoria da Gaia, ou o casal Rosemberg, que compartilhou o resultado da pesquisa da bomba atômica, num comprometimento ético de partilha da informação, ou mesmo, mais recentemente o caso das vacinas, desenvolvidas e divulgadas na pandemia do Covid-19.

A especialização, cada vez maior da ciência, vai tirando do cientista o potencial de assumir sozinho os resultados e os efeitos colaterais de sua pesquisa, porque a determinação de seus financiadores pode disseminar as responsabilidades com outros ou invisibilizá-las mesmo que se amplie a possibilidade de troca do conhecimento científico não diminui a distância entre teoria e prática. Isso porque cada um se apropria e utiliza o resultado das pesquisas científicas de acordo com o próprio interesse, mantendo o debate na esfera técnica e não política, dando ênfase ao que é mais conveniente ao seu interesse (Beck, 2011).

Defendemos, amparadas em Beck, Lash e Giddens (201), que na científicização reflexiva, os destinatários da ciência na administração, na política, na economia e na esfera pública, tornam-se coprodutores de conhecimentos socialmente válidos, assumindo também o controle da passagem da ciência para a *práxis* (parte do conhecimento voltada às relações sociais e às reflexões políticas, econômicas e morais). Aqui, a autonomia dos destinatários da ciência apoia-se na pluralização específica da oferta de conhecimento e na reflexão crítico-metodológica sobre ela.

Assim, leigos e políticos têm sua autonomia aumentada diante dos resultados da ciência, podendo escolher especialistas ou até mesmos lançá-los uns contra os

outros. No entanto, isto não configura uma incapacidade, mas sim um produto da diferenciação interna, ultra complexa, autocrítica e reflexiva. Isto impõe a necessidade de uma forte Educação em Ciências promovida no entendimento da ressignificação do papel técnico e político da ciência. As ciências não se desenvolvem na neutralidade. “Suas possibilidades práticas de exercer influência residem no como da construção científica de resultados” (Beck, 2011, p. 266). Isto não significa que a ciência é a responsável por tudo que surge socialmente como problema, mas que ela aceita reações sobre riscos e ameaças como desafios empíricos à sua autoimagem e ainda, que reorganiza seu trabalho a partir disto. O que mais importa é “qual tipo de ciência vem sendo praticado no que diz respeito à previsibilidade de seus pretensamente imprevisíveis efeitos colaterais” (Beck, 2011, p. 266).

Sem prejuízo das demais teorias contemporâneas da educação, em que se colocam a reflexão e a proposta de mudança, defende-se, aqui, um caminho que possibilite o desenvolvimento de uma ressignificação da ciência na educação em ciências. Com isso, acredita-se que os propósitos e parâmetros da Educação CTS e os estudos acerca dos riscos sejam congruentes para essa proposta de cidadania e reflexividade dos indivíduos.

Com isso, uma proposta seria começar pela formação inicial de docentes, pois serão os novos professores os agentes promotores de maior potencial de multiplicação acerca dessa necessária nova relação com a ciência, a tecnologia e a sociedade. Nessa proposta, fundamentada em Beck (2011), em que se parte da formação inicial de docentes, o objetivo de reconstrução deve ocorrer a partir do desenvolvimento de algumas bases, a primeira delas é a migração de um projeto que trata os sintomas dos riscos, para outro que promova, ou pelo menos busque, a supressão de suas causas. A remediação sempre foi priorizada por se mostrar mais promissora por alimentar um mercado mais lucrativo. Daí a necessidade de uma educação em ciências que ajude a construir espaços para uma participação social capaz de romper com essas pressões.

A segunda base seria o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem a partir dos erros práticos. O avanço científico e tecnológico precisa assegurar a capacidade de aprendizado em cada etapa. Para Beck (2011), é na aceitação do fracasso humano que devemos escolher as variantes do desenvolvimento, que nos permitam retroceder de decisões e reverter efeitos colaterais só percebidos posteriormente, quando as perdas são a realidade.

A política apresenta limites para a configuração do futuro social e a compreensão dessa demarcação torna-se necessária. Nesse sentido, uma terceira base seria uma maior democratização da sociedade, a política precisa ser mais participativa, sendo constituída por múltiplas vozes. Não cabe mais as formas veladas de alteração social que a ciência e a economia realizam, pois é na crítica que ocorre o desenvolvimento, novas formas de democracia mais participativas (Beck, 2011).

Esse caminho parte de uma dissolução das fronteiras da política (subpolítica, contrapolítica, parapolítica), em que tudo que surge de uma democracia avançada promove um processo anucleado, anunciando uma outra era da sociedade sobre o signo da reflexividade (Beck, 2011). Aqui, o princípio da flexibilidade, diante de riscos e ameaças, fundamenta uma democratização estrutural.

Os riscos que a sociedade atual encara, trazidos para o contexto de sala de aula com amplitude espectral, permite o desenvolvimento da reflexividade acerca do conhecimento e dos valores que nortearão a tomada de decisões. Por isso, este é um dos caminhos que pode potencializar a construção e o exercício da cidadania dos sujeitos, ressignificando não só a ciência, mas diversos outros fenômenos indissociáveis da ciência, presentes no mundo externo a ela como, por exemplo, a individualização, a globalização, a lógica de consumo e produção.

É nesse sentido que nesta pesquisa nos propomos a pensar sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade que compreende a passagem de uma cientifização simples para uma reflexiva, que busca, que contempla os diferentes campos do conhecimento. A reflexão é construída no deslocamento da soberania das ciências naturais, para a construção do conhecimento, em que, junto com tantas outras vozes, as ciências naturais e sociais tornam-se igualmente constitutivas da compreensão do mundo.

Nesse sentido, aponta-se para a necessidade de refletir a ciência como interferência e limite para além de seu campo de produção, mas como elemento participante das decisões individuais e coletivas. Assim, tal reflexão mostra-se urgente também na prática docente.

Os cientistas profissionais e os professores de ciência precisam reconhecer a natureza falível e provisória de suas disciplinas e sua fundamentação em comunidades de prática; os alunos, e o público em geral, precisam estar mais conscientes do que podem esperar da ciência e como podem fazer uso adequado do conhecimento científico, ou seja, não deve olhar para ela em

busca de respostas definitivas ou mesmo de sempre fazer as perguntas certas (Quicke, 2001, p. 114).

Trazer tantas reconstruções para a sociedade exige uma nova relação com a ciência, não mais fundamentada como dispositivo orgânico, mas, agora, compreendida como integrada ao todo social maior, tendo a formação de professores como um dos pilares para esta ressignificação que integre a ciência, na construção de uma nova sociedade participativa, cuja meta é a manutenção e valorização da vida.

CAPÍTULO 3 – EDUCAÇÃO CTS E A INSERÇÃO DO RISCO COMO CAMINHO ALTERNATIVO PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Estamos diante de uma geração de estudantes e professores que nasceram entendendo as redes sociais como um dos meios dominantes de comunicação. Embora outros professores em atuação não tenham nascido nesse contexto ou ainda, que se mostrem resistentes a ele é impossível, mesmo que em níveis diferentes, não haver adaptação nessa nova forma de conviver (Martins, 2014). Sendo assim, neste novo cenário torna-se indispensável o debate acerca da ciência e da tecnologia na vida cotidiana. Impõe-se uma nova demanda aos profissionais da educação, de permanente e reflexiva formação, para que possam contribuir com o desenvolvimento de uma sociedade alfabetizada cientificamente apta a lidar com riscos da modernidade. Para Martins (2014),

[...] as necessidades de formação de professores, em qualquer domínio, serão sempre resultado de investigação criteriosa e metodologicamente conduzida, tendo como referencial quadros de valores que vão evoluindo temporalmente com as sociedades (p. 53).

Esse quadro de valores deve orientar os princípios e as diretrizes de uma política educacional que contemple a importância da formação dos professores. Que esses profissionais possam estar preparados para perceber especificidades e necessidades do contexto em que trabalham e, com isso, desenvolver atividades educacionais mais inclusivas e justas. Se olharmos de perto para o sistema educacional vamos perceber sem dificuldade que a grande maioria dos professores tem poucas condições para manterem-se atualizados. Isso porque a carga de trabalho é elevada, os afazeres docentes exigem muito envolvimento e sobra pouco tempo para estudar, pesquisar e conhecer perspectivas educacionais críticas. Com relação ao ensino de ciências, Auler e Delizoicov (2006b) apontam que muito são os professores que compreendem a ciência de forma individualista, elitista, neutra e descontextualizada. Esses autores apontam este como um obstáculo para implementar o debate acerca das relações CTS no ensino.

Nessa direção, Domiciano e Lorenzetti (2019) bem como Kist e München (2021) defendem a importância de se pensar programas de formação de professores de ciências que rompam com o modelo tradicional de ensino e reflitam acerca da

compreensão da ciência e da tecnologia articulada com as implicações econômicas, políticas, culturais e outras que atingem diretamente a sociedade.

Romper com o modelo tradicional de ensino, segundo Kist e München (2021) passa pela formação inicial de professores, pois “o professor ensina aquilo que aprende e vivencia” (p. 3) e muitos professores tiveram uma formação compartimentada e linear, distantes de uma perspectiva interdisciplinar e de trabalho coletivo. Por isso, segundo as autoras, tanto a formação inicial, quanto a continuada precisam ser subsidiadas pelas reflexões CTS, para confrontar suas visões sobre ciências e, a partir disso, poder modificar sua forma de ensinar. Kist e München (2021), também destacam que os trabalhos que relacionam as pesquisas sobre a formação e as práticas docentes de professores de ciências e a Educação CTS foram, em sua maioria, publicados a partir de 2017, com prevalência das regiões centro-oeste, sul e sudeste.

Algumas dificuldades foram descritas na formação de futuros professores de química por Fernandes e Machado (2024), dentre elas estão: a) o desenvolvimento de concepções críticas sobre ciência, tecnologia e sociedade, que superem as práticas pedagógicas tradicionais nos cursos de licenciatura; b) a integração dos conhecimentos químicos com CTS, restringindo-se a compreensões experimentais e neutras da ciência; c) a construção de práticas pedagógicas que incorporem as relações CTS, por não vivenciarem na universidade propostas fundamentadas nessa teoria; d) a ampliação de tempo para planejamento de propostas de ensino, o que nem sempre é disponibilizado; e) o levantamento de temáticas e problemáticas relevantes que comuniquem tema e conteúdo e f) a transposição de conhecimento científico em práticas pedagógicas.

Em vista de todo o processo de compreensão acerca das relações CTS descrito encontramos espaço e pertinência para a inserção do risco como um caminho sob formação docente mais crítica e atual. O entendimento desse conceito, partindo do pensamento social da sociedade de risco, de Ulrich Beck (2011), perpassa o entendimento que a sociedade atual é confrontada cotidianamente pelos riscos das produções científico-tecnológicas. Daí a necessidade de problematizar estes riscos. Para o autor, “o processo de modernização torna-se *reflexivo*, convertendo-se a si mesmo em tema e problema” (Beck, 2011, p. 24).

Isto posto, além da complexidade que envolve o entendimento dos riscos decorrentes das relações CTS nas salas de aula de ciência, o desafio de trazê-la para

esse contexto ultrapassa a dimensão curricular e se estende a formação de professores, que também é um campo de múltiplos confrontos e diversidade de posturas (Mendes; Müller; Marques, 2024). Para se alcançar uma postura crítica/reflexiva, segundo Kist e München (2021), é necessário reconsiderar a formação dos professores.

Assim, como meio de fundamentação teórica para ideias defendidas neste trabalho, acredita-se que o pensamento social da sociedade de risco, de Ulrich Beck, apresenta discussões que dialogam proximamente ao campo CTS, promovendo reflexões sobre os papéis da ciência: técnico e político, a compreensão equivocada de sua neutra e soberana voz, que por vezes, as ciências naturais gozam como força dominante ou justificadora; ou seja, discussões muito próximas dos mitos que os pesquisadores da área CTS vêm denunciando.

Nessa direção, Calefi e Fortunato (2018) defendem a importância do professor reflexivo no ensino de ciências que alcance as discussões das relações CTS. Para isso, os autores alertam que essa denominação dada ao professor é originada no século passado por Donald Schön, mas que tem sofrido um processo de banalização que o distancia da tríade ação-reflexão-ação, ou mesmo do profissional que além de observar e analisar a própria prática, busca a autoformação e o compromisso pedagógico-político que sua profissão impõe. Para os autores, a reflexão colaborativa potencializa o ambiente educacional. Quando os professores se reúnem para discutir e refletir sobre suas práticas, eles têm a oportunidade de problematizar questões que surgem no cotidiano escolar, analisar essas situações de maneira crítica e compreender melhor suas próprias ações pedagógicas.

Esse processo, de acordo com Calefi e Fortunato (2018), não só promove o crescimento pessoal e profissional dos educadores, como também pode resultar em mudanças significativas na cultura escolar. Através da reflexão conjunta, os professores podem identificar práticas que precisam ser ajustadas ou transformadas, compartilhar estratégias eficazes e fortalecer o compromisso com a melhoria contínua do ensino.

Nesse caminho, Binatto, Chapani e Duarte (2015) colaboram discutindo a orientação dos pressupostos teóricos do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para a formação reflexiva de professores, apoiando-se dentre alguns autores em Zeichner (1993), cuja colaboração é construída em estudos acerca da formação de professores aptos a lidarem com questões relacionadas a ciência, tecnologia e

sociedade numa prática reflexiva de ensino, apesar de seus desafios e suas controvérsias.

Importa destacar, que no contexto de forte adoção dos referidos termos, o significado de reflexão e de seus correlatos nem sempre promove um entendimento homogêneo e, com isso, também tem construído um campo de disputa. Esse local que justificado pelo termo “reflexão docente” resulta, muitas vezes, do fato dos professores serem compreendidos como profissionais técnicos passivos vinculados a metas estabelecidas por outros que não vivenciam a realidade específica de cada sala de aula. Desse modo, uma das divergências está na defesa que o local ativo do professor para a construção dos propósitos e dos objetivos do trabalho docente devem ser construídos pelo próprio profissional e, não por outros que desconhecem as singularidades de cada vivência (Zeichner, 1993).

Com isso, este capítulo defende possíveis aproximações que o estudo do risco reflete, promovendo uma formação docente mais crítica e logo, colaborando no desenvolvimento de uma sociedade mais potente e consciente da importância de participar das decisões que envolvam ciência e tecnologia. Portanto, a discussão apresentada neste capítulo é construída aproximando três importantes campos: a Educação CTS, o pensamento social da Sociedade de Risco e a formação reflexiva do professor.

3.1. A formação reflexiva de professores

A reflexão revela-se como termo recorrente nas pesquisas em formação de professores evidenciando a importância do pensamento reflexivo, cuja fundamentação em John Dewey, segundo Dorigon e Romanowski (2008), parece inspirar boa parte das obras que discutem acerca da prática profissional reflexiva, tais como: o ensino reflexivo com Zeichner (1993) e a prática reflexiva com Schön (2007).

Segundo Dewey (2010), o pensamento e o sentimento da ação são integrados. Para o hábito de pensar de maneira reflexiva, Dewey (2010), destaca três atitudes: i) o *espírito aberto de todo o coração ou interesse absorvido*, que amplia a capacidade do profissional de escutar e buscar aprender com o erro; ii) a *responsabilidade de enfrentar as consequências*, em que as ações de ensino geram consequências, que compreendem o olhar acadêmico, pessoal e sócio-político e, por fim, iii) as atitudes morais ou sinceridade, em que o profissional precisa estar

comprometido com o seu próprio aprendizado. Tais atitudes, segundo Dewey (2010), entrelaçam-se em unidade. A reflexão, nesse sentido, viabiliza a avaliação e a reavaliação das experiências; gerando com isso, compreensão acerca da diferença entre o que foi almejado fazer e o que aconteceu como resultado. Nesse sentido, a capacidade reflexiva, segundo o autor, expressa-se no potencial de enfrentamento dos problemas e de suas incertezas.

No entanto, importa destacar, que é um campo de pesquisa que não tem se mostrado tão homogêneo em sua compreensão como é explicitado na expressão da racionalidade empregada (Binatto; Chapani; Duarte, 2015). Uma das críticas realizadas é quanto a predominância da racionalidade técnica no cerne da prática docente, pois esta defende que os profissionais são aqueles que resolvem problemas instrumentais escolhendo os meios técnicos mais adequados para alcançar objetivos específicos (Schön, 2007).

A noção de professor reflexivo, descrito por Alarcão (2022), destaca o potencial de pensamento e reflexão pertinente a todo ser humano, como agente criativo e não restrito a função de repetição de ideias e práticas externas. Nessa direção, o profissional administra situações de incertezas e imprevistos com inteligência e flexibilidade, numa proximidade dos elementos schonianos de ciência, técnica, arte e sensibilidade. Com isso, a defesa da autora pela formação do professor reflexivo é construída na migração de uma formação profissional individual, para aquela que abarque o coletivo de professores, alcançando o desenvolvimento de uma escola reflexiva.

Por outro lado, Alarcão (2022) alerta para a importante crítica ou mesmo decepção com a programa de professor reflexivo, em decorrência da expectativa elevada que deposita nessa proposta a potencialidade de resolução dos problemas de formação e desenvolvimento de professores, bem como da valorização da carreira, restituindo prestígio e remuneração adequada.

De acordo com Dorigon e Romanowski (2008), entendem que a reflexão discutida por Schön no campo de formação de professores tem influenciado muitos outros trabalhos, dentre eles o de Keneth Zeichner, cuja atuação direciona-se na emancipação do professor.

A reflexão, para Schön (2007), é construída em um lugar em que a produção de conhecimento não se faz exclusivamente nas universidades, mas é decorrente também das experiências dos professores que estão diariamente na sala de aula;

produzindo com isso, teorias potencialmente colaborativas nesse processo. De acordo com o autor, os profissionais não podem ser vistos como apenas consumidores de produções científicas, mas sim, como produtores nesse local de pesquisa. Com isso, interessa acentuar o aspecto de prática social da reflexão, pois partindo-se da observação das práticas profissionais, a identificação de problemas, da conversa reflexiva com outros envolvidos, em que seja viável a troca de conhecimento e de experiências, é possível a construção de um ambiente propício para tomada de decisão.

Nesse caminho, Schön (2007) alerta para a valorização da racionalidade técnica e do conhecimento sistemáticos em detrimento da importância do conhecimento produzido nas especificidades de cada realidade. A ênfase na epistemologia da prática, que predomina nas instituições de ensino superior, coloca em risco a competência profissional, uma vez que privilegia a aplicação do conhecimento teórico a problemas instrumentais da prática. O currículo normativo dessas escolas, aliado à separação entre pesquisa e prática, não oferece espaço para a reflexão na ação, criando assim um dilema entre rigor acadêmico e relevância para educadores profissionais e estudantes (Schön, 2007).

Zeichner (1993) traz o questionamento sobre o movimento da prática reflexiva e o motivo de seu surgimento, entendendo que os termos “prático reflexivo” e “ensino reflexivo” tornaram-se fundamentalmente presentes na reforma do ensino e na formação dos professores de maneira global.

Assim, “o conceito de professor como prático reflexivo reconhece a riqueza da experiência que reside na prática dos bons professores” (Zeichner, 1993, p. 17). A reflexão, portanto, inicia a partir da própria experiência e dos saberes advindos das experiências de outros professores, devendo ser contínua e viabilizando a aprender durante toda a trajetória profissional e aprender a ensinar, inclusive os futuros professores, a perceberem como ensinam e como podem melhorar com o olhar sobre a própria prática.

Zeichner (1993) para explicar sua compreensão acerca do que é o ensino reflexivo parte da explicação histórica fundamentada em *John Dewey* em *How we think* (1933) que inicialmente busca distinguir o ato humano (reflexivo) do que é rotina, sendo este um ato dirigido por impulso, tradição e autoridade. No entanto, os professores que não buscam refletir sobre sua prática não questionam a realidade e direcionam os seus esforços na busca de alcançarem as metas estabelecidas por

outros, que nem sempre revelam a intencionalidade de tais objetivos, aceitando espontaneamente as diretrizes dominantes.

Segundo o autor, Dewey defende que a ação reflexiva implica numa postura ativa, persistente e cuidadosa daquilo que se defende ou que se pratica. Com isso, não pode ser conduzida como um conjunto de procedimentos direcionadores da prática docente, mas é compreendido como meio de se perceber o professor e de perceber quais problemas essa realidade precisa enfrentar, incluindo a dimensão emocional que vincula o profissional ao processo.

Nesse sentido, importa ressaltar que o equilíbrio entre rotina e ação reflexiva é o objetivo almejado, pois o cotidiano docente, bem como as nossas vidas precisam de rotina para geri-los. Para além de Dewey, Zeichner (1993) destaca que a literatura reconhece que a prática reflexiva é um processo que se dá antes, durante e depois da ação e alerta para a importância da produção de conhecimento durante o processo, que parte de uma teoria e que durante a prática produz novos conhecimentos. Porém, esse conhecimento que surge da ação nas escolas pouco é reconhecido pelas universidades.

Zeichner (1993) apresenta alguns aspectos que desafiam a prática reflexiva do professor. A começar pelo conceito adotado de prático reflexivo, que mantém a lógica de subserviência, dificultando a emancipação desses profissionais. Incentiva-se a reprodução de procedimentos de outros professores negligenciando o exercício de valorização da própria prática. A lógica é mantida informando os objetivos educacionais decidido por terceiros, excluindo os professores dessa construção. Complementarmente, desconsidera-se que o processo reflexivo deve ser prática social, direcionando para o indivíduo tal atribuição.

O autor denuncia que tais aspectos levam ao esgotamento que impendem o desenvolvimento crítico desses profissionais, atribuindo assim, aos sujeitos a responsabilidade do fracasso em não alcançarem a reflexividade dissimuladamente defendida.

Desse modo, Zeichner (1993) tenta estabelecer uma base conceitual acerca dessa almejada reflexividade que deve conduzir a prática docente a partir de quatro tradições da prática do ensino reflexivo nos Estados Unidos: a *acadêmica*, a de *eficiência social*, a *desenvolvimentista* e a de *reconstrução social*. Por meio dessas quatro tradições, pode-se identificar uma quinta, a *genérica*, cuja reflexão acerca do ensino deve apresentar crítica do contexto social e institucional do trabalho docente.

Resumidamente, a tradição *acadêmica* é caracterizada pela formação de profissionais centrada no conhecimento de conteúdo. Algumas críticas revelam fragilidades dessa tradição, tais como ser necessário preparar os futuros profissionais a transformarem esse conhecimento desenvolvido na academia em conteúdo de ensino, bem como prepará-los para o trabalho com crianças em vulnerabilidade econômica e social. No entanto, mesmo diante dessas críticas explícitas, Zeichner (1993) afirma que, os cursos são prevalentemente científicos, quando oferecidos por acadêmicos; ou, técnicos, na oferta realizada por faculdades de educação.

Por tradição de *eficiência social*, Zeichner (1993) compreende que essa tendência educacional, inspirada na psicologia *behaviourista*, direciona a formação de professores em competências e desempenhos delineadas previamente por estudos científicos realizados por outros que não vivenciaram e, portanto, não consideraram as especificidades de cada sala de aula.

Já na tradição *desenvolvimentista* deve-se ensinar os futuros professores a observarem atentamente seus discentes e a partir disso, desenvolver suas propostas didáticas (Zeichner, 1993).

Enquanto a tradição da *reconstrução social* compromete-se com a construção de uma sociedade mais justa e humana. Para esse movimento, considera-se de muita importância a escolaridade e a formação de professores. É uma tradição que decorre da insatisfação com o modelo capitalista americano das décadas de vinte e trinta. O papel da escola, nesse contexto, é influenciado pelos ideais socialistas de reconstrução social que priorizam o bem coletivo em detrimento dos interesses pessoais.

De todo modo, Zeichner (1993) destaca que uma das colaborações acerca dos estudos sobre as tradições práticas na formação de professores consiste no auxílio para compreender a diferença entre as propostas de reforma contemporânea tornando mais clara as diferentes abordagens na formação de professores.

As tradições de formação reflexiva de professores descritas por Zeichner (1993) inspiraram Binatto, Chapani e Duarte (2015) a estabelecer associações com os modelos de racionalidades (técnica, prática e crítica), como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Relações entre os modelos de racionalidades técnica e as tradições reflexivas



Fonte: Binatto; Chapani; Duarte (2015).

Assim, Binatto, Chapani e Duarte (2015) buscam esclarecer a perspectiva de reflexão adotada mediante a racionalidade que fundamenta a tradição predominantemente explícita na prática pedagógica. Para as autoras, a tradição acadêmica e a de eficiência social são apoiadas na racionalidade técnica, pois nessas abordagens os problemas e as demandas de sala de aula são atendidos a partir de conhecimento e técnicas advindos das pesquisas científicas, previamente ofertadas como instrumentos formativos.

A racionalidade prática, para Binatto, Chapani e Duarte (2015), diferentemente da racionalidade técnica não aceita a sistematização tão rígida, mas valoriza o saber da prática como meio formativo de um processo em que o professor, por meio da reflexão de seus atos, produz conhecimento. Segundo as autoras, esta racionalidade fundamenta a tradição desenvolvimentista e a também percorre a tradição de eficiência social.

Por último, a racionalidade crítica, que também valoriza a prática docente, porém acentua a perspectiva histórica, social e política da educação. Nessa abordagem, a aproximação se forma com a tradição de reconstrução social (Binatto; Chapani; Duarte, 2015).

Entendemos como potencial aproximação, o pensamento social da Sociedade de Risco e as racionalidades discutidas por Zeichner (1993). Beck (2011) discute acerca da migração da cientifização simples para a cientifização reflexiva. A primeira, defende a ciência como solucionadora de todos os problemas, ou capaz de buscar resoluções para todos as questões de dificuldade humana, compreendendo as ciências naturais num lugar de privilégio e capaz de legitimar decisões que autorizam

ou proíbem os riscos do desenvolvimento científico e tecnológico (Beck, 2011). Nessa direção, observa-se a afinidade com a racionalidade técnica, tal qual com a tradição acadêmica. No entanto, os mitos, denunciados pelo movimento CTS, da autonomização da razão científica, do cientificismo e da neutralidade científica levam o deslocamento para a cientifização reflexiva de maneira próxima a racionalidade crítica.

Assim, a reflexividade imposta acerca da cientifização, revela tanto o papel solucionador, como também o produtor de riscos para a ciência e a tecnologia, alertando a importância da Ciência Social como removedora da cegueira da Ciência Natural, que não incorpora, tradicionalmente, em suas avaliações objetivas, aspectos políticos, econômicos, políticos, culturais e ambientais.

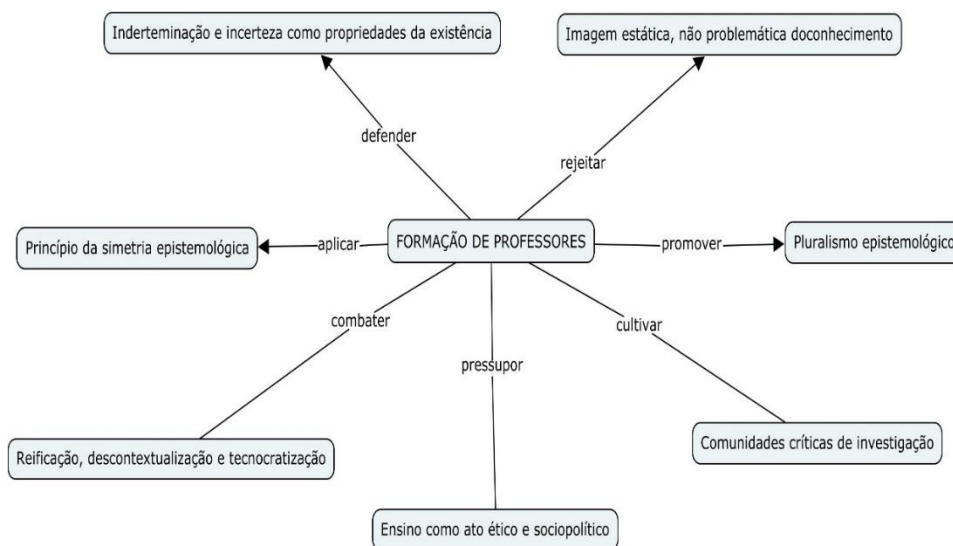
3.2. A reflexividade na formação de Professores em Educação em Ciências

As limitações da educação científica tradicional para a formação de indivíduos verdadeiramente preparados para lidarem com as questões da sociedade contemporânea, que envolvam tomadas de decisões individuais e coletivas, são anunciadas há algumas décadas. Tais questões são também postas como objetivos das reformas curriculares. Nesse intuito, Duarte (2004) defende a importância de a História da Ciência como meio da Educação em Ciências desenvolver-se para a cidadania. Assim a autora justifica sua defesa compreendendo que a História da Ciência permite a associação das informações acerca dos conceitos e teorias científicas de modo contextualizado, enriquecendo para a compreensão dos conceitos e da natureza do conhecimento científico. Esse arcabouço histórico e fundamentador seria a base para a reflexão e crítica, conduzindo assim, para o entendimento da ciência também como cultura, sendo uma voz e não a voz soberana solucionadora dos problemas da humanidade.

Numa sistematização gráfica apresentada na Figura 3, Duarte (2004), adaptando a proposta de Garrison¹⁴ (1999), busca clarificar ações de aproximação e distanciamento a serem realizadas na formação de professores de ciências.

¹⁴ Garrison, J.; Bentley, M.; Fleury, S.; Larochelle, M.; Desautels, J. Critical-constructivism, science education, and teachers' epistemological development. *In: Fifth International Conference on History and Philosophy of Science in Science Teaching*, Como, Italy. 1999. Disponível em: <http://opus.cilea.it/cgi-bin/fisicasite>. Acesso em: 10 nov. 1999.

Figura 3 - Princípios fundamentadores para a formação de professores comprometida com a cidadania



Fonte: Duarte (2004).

Para Silva e Bastos (2012), que tratam da formação continuada, alguns aspectos são importantes para a prática docente, estando entre eles a questão de saber problematizar os cenários de ensino, para viabilizar a articulação entre conhecimento e contexto dos estudantes. Embora sejam muitos os pesquisadores que debatam o saber docente, uma intersecção entre os possíveis entendimentos está na necessidade da apropriação de um conhecimento básico consolidado sobre a história, a epistemologia e a estrutura da área do saber da disciplina. Para os autores, ainda é necessário destacar que

a análise e a avaliação das políticas e das ações de formação continuada de professores, através de pesquisas científicas, são imprescindíveis para não serem replicados conteúdos e modelos de ensino ultrapassados, o que favoreceria apenas a continuidade da distância entre o Ensino de Ciências e a realidade social (Silva; Bastos, 2012, p, 184).

Ainda numa perspectiva complementar, a formação de professores de ciência, de acordo com Auler (2002), necessita contemplar a reflexão acerca das diferentes compreensões dadas para a atividade científica-tecnológica. Para o autor algumas dimensões e temas precisam ser desenvolvidas nos cursos de formação. Dentre algumas sugestões encontram-se a discussão acerca da: a) compreensão confusa, ambígua sobre a não neutralidade da CT; b) CT portadoras de certezas de respostas

definidas; c) passividade diante do desenvolvimento científico-tecnológico; d) superdimensionamento da ação individual, desconsiderando a estrutura macroeconômica.

Nessa linha, Machado *et al.* (2019) defendem que existe um consenso entre educadores que o ensino de ciência tem como objetivo principal a formação de pessoas cientificamente alfabetizadas com competência para lidar com o vocabulário e conceitos científicos, viabilizando o enfrentamento e a reflexão acerca de diferentes desafios cotidianos.

Um dos aspectos que dificultam o ensino de ciências exitoso em alfabetização científica, segundo Pedrosa e Henriques (2003), ocorre na cultura enrijecida e tradicional de fazer e ensinar ciências. Sendo assim, segundo as autoras, a implementação de práticas que incluam valores associados a atividades científicas e tecnológicas, a interrelações CTS pressupõem concepções epistemológicas, que rompam com o modelo de neutralidade e soberania da ciência, bem como a configuração rígida dos papéis para professores e estudantes da escola tradicional, é muito necessária. Políticas educacionais para orientação do modelo almejado são muito importantes, no entanto, é preciso mais. Faz-se necessário ofertar formação que gere

[...] oportunidades para os professores tomarem consciência dos aspectos inovadores e para, partindo das suas práticas e fundamentando-se em quadros teóricos apropriados, os experimentar e discutir perspectivando, assim, e preparando recursos e estratégias indispensáveis para mudanças de práticas, necessárias e fundamentadas (Pedrosa; Henriques, 2003, p. 277).

Alguns obstáculos para o estabelecimento da Educação CTS no processo educacional são elencados por Santos *et al.* (2019). Dentre eles estão as inúmeras compreensões de professores acerca das interações entre ciência tecnologia e sociedade, a baixa aceitação e envolvimento dos professores decorrentes de uma formação inicial deficitária em abordagem CTS, a falta de tempo para o preparo das aulas, o temor de uma aprendizagem com menos conceitos, a quebra de paradigmas com sua formação inicial e o receio de distanciamento da identidade profissional validada culturalmente.

Com isso, Martins (2014) defende a priorização pelas instituições de formação de professores por melhor qualidade da educação, garantindo as competências

essenciais, o aperfeiçoamento constante da formação inicial e contínua de professores, a promoção de oportunidades de educação ao longo da vida para todos incluindo os professores e defende a importância da investigação científica em educação, justificando que não haverá verdadeira formação de professores em educação CTS nos ensinos básico e secundário, sem formação sobre investigação e em investigação CTS.

Para Santos *et al.* (2019), o currículo dos cursos de formação inicial, ou seja, das licenciaturas devem ser estruturadas não com disciplinas complementares as dos bacharelados, mas com ementas sistematicamente voltadas para a preparação do cumprimento de sua função primária: a atividade docente. As autoras também denunciam o prejuízo ocasionado quando professores formadores priorizam a publicação de artigos em detrimento da formação desses futuros profissionais. Tal comportamento pode ser motivado pelo processo estruturado de progressão da carreira universitária, cuja valorização maior é dada às publicações quando comparadas às atividades de ensino e extensão.

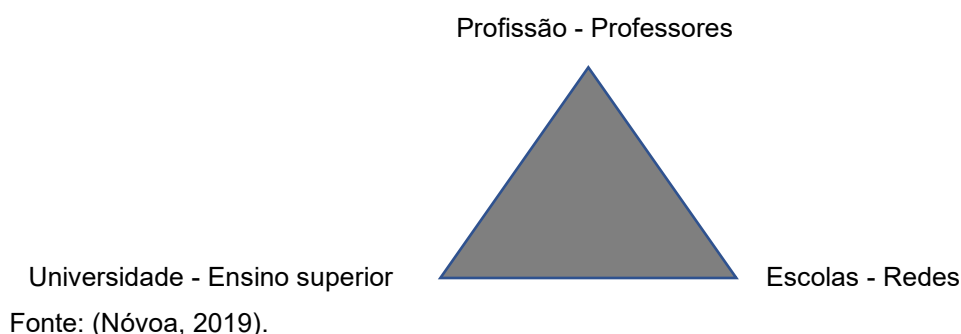
Além de combater os obstáculos referidos, Santos *et al.* (2019) também defendem a importância da parceria da Universidade - Escola, sugerindo ser a escola o local de formação inicial em igualdade com a universidade, garantindo a ambas os benefícios da parceria, que assim melhoraria a formação inicial e facilitaria o acesso a formação continuada, aproximando, com isso, a formação docente como um todo de uma educação fundamentada em conhecimentos, atitudes e valores necessários para um posicionamento profissional crítico, consciente frente aos assuntos relacionados à ciência e à tecnologia.

Sobre a parceria Universidade – Escola, Nóvoa (2019) avança e insere os os pontencializadores professores nessa relação, estruturando essa triangulação com os três pilares. Nessa relação, a universidade contribui com seu potencial crítico, cultural, intelectual, científico e de produção de pesquisas; por sua vez, a escola oferta o campo de concretização da teoria estudada, sendo a vida real, a prática docente, que devido às demandas, muitas vezes, não incorpora a inovação; com isso, a profissão minimiza a distância que se constroi nessa oposição entre escola e universidade, tornando-se o meio formador.

Importa ressaltar que para Nóvoa (2019), essa triangulação (como mostra Figura 4) defende uma contínua formação profissional em que os três vértices permanecem parceiros, independente de qual das três etapas se esteja realizando.

As etapas, a que Nóvoa se refere, são: a formação inicial de professores, realizada dentro das universidades; seguida da indução profissional, período logo após à formatura exercido sob o apoio de um profissional mais experiente; e, depois, a profissional continuada, nos moldes da escola real/cotidiana, buscando atender as demandas oriundas dos desafios da contemporaneidade.

Figura 4: Triângulo da Formação



No Brasil, essa questão é discutida a partir de duas denominações: Formação Básica e Formação Complementar. O documento que direciona a formação básica de professores em vigência é a Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019, cuja função é definir as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e com isso, institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica - BNC-Formação (Brasil, 2019). Esse documento resultante da Base Nacional Comum Curricular da Educação Básica – BNCC (Brasil, 2018), instituída pelas Resoluções CNE/CP nº 2/2017 e CNE/CP nº 4/2018, tem por objetivo contribuir na implantação deste, articulada com a Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020, em que cria a Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada). Tanto a BNC-Formação quanto a BNC-Formação continuada apontam em seus textos a necessidade em mitigar o distanciamento existente entre a formação e a realidade da escola. Essas resoluções, amparadas em três pilares: conhecimento, prática e engajamento (Brasil, 2018), buscam resolver tal questão por meio de competências e habilidades orientadoras da formação inicial e da continuada (Brasil, 2019).

A etapa da indução profissional, sugerida por Nóvoa (2019), não é um segmento contemplado nas diretrizes brasileiras, mas algumas aproximações

aparecem na formação inicial normalmente por duas iniciativas. A mais antiga, criada em 2007 e centrada nos anos iniciais dos Cursos de Licenciaturas, é o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), cuja dedicação de estudantes de cursos presenciais aos estágios em escolas públicas leva a remuneração de bolsas, incentivando a antecipação do vínculo desse futuro professor com a rede pública. O objetivo principal é minimizar o prejuízo de escolas com o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb) abaixo da média nacional, de 4,4, cuja carência maior é de professores com formação específica: Ciência e Matemática de quinta a oitava séries do ensino fundamental e Física, Química, Biologia e Matemática para o ensino médio.

A segunda iniciativa, o Programa de Residência Pedagógica, criado em 2018 e, voltado para os anos finais dos Cursos de Licenciaturas, tem por finalidade apoiar instituições de ensino superior na implementação de projetos inovadores que estimulem a articulação entre teoria e prática nos cursos de licenciatura, conduzidos em parceria com as redes públicas de educação básica. Ambas as iniciativas configuram bons exemplos da triangulação sugerida por Nóvoa (2019). A limitação está no número de estudantes atendidos, pois elas não configuram etapas obrigatórias da formação inicial e sim, complementar, podendo ser abandonado em qualquer momento dos 18 meses que compõe cada um dos programas. Portanto, não constituem oportunidades formativas a todos os licenciandos.

Acerca das componentes de prática pedagógicas obrigatórias a BNC - Formação (Brasil, 2019) institui:

Art. 10. Todos os cursos em nível superior de licenciatura, destinados à Formação Inicial de Professores para a Educação Básica, serão organizados em três grupos, com carga horária total de, no mínimo, 3.200 (três mil e duzentas) horas, e devem considerar o desenvolvimento das competências profissionais explicitadas na BNC-Formação, instituída nos termos do Capítulo I desta Resolução.

Art. 11. A referida carga horária dos cursos de licenciatura deve ter a seguinte distribuição:

I - Grupo I: 800 (oitocentas) horas, para a base comum que compreende os conhecimentos científicos, educacionais e pedagógicos e fundamentam a educação e suas articulações com os sistemas, as escolas e as práticas educacionais.

II - Grupo II: 1.600 (mil e seiscentas) horas, para a aprendizagem dos conteúdos específicos das áreas, componentes, unidades temáticas e objetos de conhecimento da BNCC, e para o domínio pedagógico desses conteúdos. III - Grupo III: 800 (oitocentas) horas, prática pedagógica, assim distribuídas: a) 400 (quatrocentas) horas para o estágio supervisionado, em situação real de trabalho em escola, segundo o Projeto Pedagógico do Curso

(PPC) da instituição formadora; e b) 400 (quatrocentas) horas para a prática dos componentes curriculares dos Grupos I e II, distribuídas ao longo do curso, desde o seu início, segundo o PPC da instituição formadora.

Com isso, são 800 horas de práticas pedagógicas, das 3200 horas obrigatórias. Sendo assim, são 400 horas de estágio curricular supervisionado e outras 400 horas de prática como componente curricular, cujo princípio é a articulação entre teoria estudada e a vivência dessa teoria na prática, viabilizando com isso a reflexão e a significação. É uma componente que não substitui o estágio curricular supervisionado e que, segundo Diniz-Pereira (2011), apresenta-se como uma atividade intrinsecamente articulada com a prática e com as atividades de trabalho acadêmico, não tendo que necessariamente ocorrer dentro da escola, podendo ser realizada em outros ambientes de educação não formal. No entanto, o estágio curricular supervisionado, precisa acontecer na escola e o licenciando tem que de fato atuar como professor, confrontando-se com o mundo real.

Todavia, a BNCC, a BNC - Formação e a BNC - Formação Continuada, desde sua aprovação, têm sido questionadas acerca do contexto de implantação, da intencionalidade expressa e da eficiência alcançada. São questionamentos que têm organizado diversas classes da sociedade, requisitando do governo ações para revisão ou revogação desses documentos.

Neste sentido, Nóvoa (2019) levanta o questionamento acerca do lugar e do investimento ofertados para as instituições responsáveis pela formação de professores em um país. O autor alerta que no Brasil, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), precisa de um esforço muito maior, pois além de diversas reduções financeiras, que encurtaram cada vez mais os programas de formação, existem políticas que incentivam a formação docente em programas de seminários realizados em poucas semanas, em detrimento dos cursos de licenciaturas, ou seja, formações aquelas praticistas distantes da crítica e reflexão.

Em consonância, Rodrigues, Pereira e Mohr (2021), a partir de uma análise acerca da BNCC, da BNC - Formação e da BNC - Formação Continuada, afirmam que tais documentos buscam descaracterizar a docência mediante controle e padronização dos processos educativos. As autoras apresentam a evolução histórica e impositiva desses mais recentes e polêmicos documentos norteadores. A começar, a partir da perspectiva das ciências naturais a fragmentação de conteúdo não só é mantida, mas também, aprofundada, numa retomada das perspectivas eficientistas e

tecnicistas outrora evitadas. Também sob o olhar das Ciências da Natureza, Costa e Franzolin (2022) analisam a BNCC e a descrevem como tecnicista, homogeneizante e normativa. Estas autoras até reconhecem a existência de debates e conceitos relevantes para lidar com as questões de uma sociedade de risco; no entanto, a insistência no foco em competências e habilidades não condiz com a reflexividade epistemológica preparatória para a tomada de decisão e a participação social.

No levantamento realizado por Rodrigues, Pereira e Mohr (2021) também é denunciada a discrepante distância entre os textos da Proposta, construído sob debate e participação ampla, para aquele aprovado, de maneira rápida e produzido com forte participação de instituições privadas, após a destituição do Conselho responsável pela construção do texto da Proposta. Desse modo, explicita-se aqui a intencionalidade próxima das políticas neoliberais de desoneração do Estado e responsabilização dos sujeitos. Dentre muitas outras denúncias, as autoras também alertam para a quebra da articulação entre as formações inicial e continuada nos dois últimos documentos da BNC.

Todavia, mesmo antes das resoluções vigentes, a formação inicial de professores, diferentemente de outras profissões como a medicina, direito e teologia, tem sido posta em lugar secundário. Tal omissão ou indiferença mostra-se mais explícita na Educação Infantil e na Educação Fundamental, tendo alguns resultados verificados no Ensino Médio e no Ensino Superior, por serem esses últimos posições mais recorrentes de financiamentos, o que acentuaria maior destaque para a área disciplinar, colocando em segundo plano a verdadeira preocupação com a formação de professores. No entanto, o esforço de alguns grupos de pesquisadores e professores em aproximar a universidade da escola tem promovido reflexões e denúncias dessa precarização na formação docente, revelando cada vez mais, a carência do conhecimento profissional dos/entre os professores, ou seja, daquele conhecimento que transcende a teoria acadêmica e escolar, mas que dialoga com o profissional que compõe a realidade do exercício pedagógico (Nóvoa, 2019).

Essa acomodação, de acordo com Castro e Amorim (2015), promove, muitas vezes, o deslocamento de investimentos da formação inicial para a continuada, mostrando-se uma estratégia interessante para a perspectiva de pacotes pedagógicos aparelháveis e de ação padronizadora. Desse modo, o entendimento é que profissionais precariamente preparados são mais facilmente conduzidos pelos materiais instrucionais postos. Para os autores, uma formação continuada distanciada

da prática permanente de vida busca, na verdade, reparar condutas governamentais de uma frágil formação inicial por meio de treinamentos que não permitem o desenvolvimento de três aspectos essenciais:" (1) uma formação inicial que lhes possibilitasse traçar rumos para suas trajetórias; (2) autonomia para decidir quando, onde e como continuarão a se formar; (3) condições materiais para frequentar cursos, desenvolver pesquisas e produzir propostas de intervenção" (Castro; Amorim, 2015, p. 37). Eles alertam ainda para um importante aspecto também discutido por Beck (2011), a questão do crescente desemprego frente ao aumento de qualificação, promovendo com isso, um produto mercadológico que visa alto desempenho (Diniz-Pereira, 2011) e baixa reflexividade.

Até aqui foram elencadas algumas estruturas existentes e os desafios a serem enfrentados para implantação de uma formação de professores reflexiva. Desse modo, entre alguns avanços e retrocessos nos cursos de formação de professores, compreende-se que um caminho exitoso é construído na intersecção dos três pilares: acadêmico, escolar e profissional. Todavia, por onde seria possível começar? Não há uma única proposta, mas segundo Nóvoa (2019):

A transformação pode começar de muitas maneiras, mas talvez as universidades sejam um bom lugar para manifestarmos a coragem dos começos (Jankélévitch, 1960¹⁵). ("SciELO - Brasil - Os Professores e a sua Formação num Tempo de ...") Assumir riscos? Claro, mas de que valeria um pensamento inofensivo, vazio, sem os riscos da ação, sem a virtude do compromisso (Nóvoa, 2019, p. 12).

Com isso, mesmo que o vocábulo "riscos" na citação acima não esteja se referindo aos impactos da ciência e da tecnologia na sociedade, ele está declarado como deve ser enfrentado, exigindo ação e compromisso. Na perspectiva aqui discutida, busca-se por caminhos que incluam a compreensão dos riscos na formação docente e, conseqüentemente, alcançando a sociedade, para lidarmos melhor com os riscos e efeitos dos avanços científicos e tecnológicos, promovendo maior participação social e orientação na tomada de decisão, logo, um mais efetivo e eficaz exercício da cidadania.

¹⁵ Jankélévitch, V. Avec l'âme toute entière. **Bulletin de la Société Française de Philosophie**, Paris, v. 54, n. 1, p. 55-62, 1960.

3.3. O risco nos currículos para a formação de professores

Há mais de meio século questões quanto a natureza da ciência e a construção do conhecimento, segundo Cross (1993), revelam-se como limitantes e determinantes dos currículos, em especial o de ensino de ciências, desconsiderando aspectos sociais, políticos e ambientais, cujo distanciamento não viabilizam a comunicação com a realidade. Sendo assim, segundo o autor, a problemática estabelecida na discussão acerca da natureza da ciência, ou seja, do caráter supostamente neutro da ciência, seria o que norteia a postura social quanto aos riscos da ciência e da tecnologia. Diante desse entendimento, ainda afirma que a alfabetização científica dos sujeitos se mostra como uma possível orientação para mudanças. Assim, uma sala de aula que promova a alfabetização científica tem como compromisso a compreensão acerca da força e das limitações da ciência na solução de problemas industriais, sociais e ambientais, buscando com isso, reconhecer as prioridades e riscos decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos.

Quanto aos desafios para os professores de ciências, Cross (1993) defende que em parte são os limites metodológicos que colocam as análises de risco dependentes de especialistas, ainda de forma distanciada dos valores. No entanto, algumas questões são sugeridas para o debate: O que seria seguro o suficiente? Até que ponto os cientistas são dependentes do juízo de valor? Em alguns casos, riscos elevados podem ser aceitáveis, em outros, risco extremamente baixo; como determinar isso? Assim, "é preciso reconhecer que a avaliação de risco envolve uma mistura de dados e julgamentos de valor" (Cross, 1993, p. 174)

Nesse mesmo sentido, Quicke (2001), refletindo sobre a natureza da ciência e a sala de aula, defende que o currículo de ciências pode contribuir para a educação para a democracia na sociedade de risco e entende que para os professores democráticos, o risco não ocasionará problemas para a prática pedagógica, mas será um meio de trazer aos estudantes reflexão acerca de como construir mais estratégias para lidar com ele e quem sabe até eliminá-lo. Para o autor, a ciência deve ser tratada pelos pesquisadores e professores através de sua natureza falível e provisória. Assim, o currículo de ciências deve se afastar do entendimento de verdade absoluta e aproximar-se do modelo comunitário, compreendendo valores e contextos sociais e políticos, bem como os interesses que nem sempre são anunciados de maneira objetiva.

Com isso, Quicke (2001) reflete acerca de três perspectivas para a ciência de modo a construir um modelo que traga implicações educacionais. Assim, a primeira delas considera a ciência como uma forma de conhecer o mundo, não absoluta e não detentora de uma única resposta, cabendo ao professor levantar a questão da falibilidade do conhecimento científico, bem como estimular a curiosidade desse estudante; a segunda, decorrente dessa primeira perspectiva, coloca a ciência como uma forma de cultura, com linguagem própria, que por vezes precisa ser traduzida para outros tipos de linguagem, participante de uma conversa, não como voz exclusiva; por fim, a terceira, como expressão de interesses sociais, explicitando assim, a sua não neutralidade.

Numa perspectiva colaborativa, Schnorr e Ranniery (2021) analisaram treze documentos curriculares de diversos países e, com isso, sugerem que o risco funciona como um instrumento da sistematização da docência, defendendo-o como um direcionamento para a vida social dos sujeitos e para a prática docente em educação em ciências compromissada com ação e reponsabilidade dos estudantes. Nesse sentido, os autores analisam como a exploração ou agenciamento do risco na prática pedagógica direciona a forma de ser docente. Importa destacar que tal análise considera o contexto neoliberal, anunciando a influência do processo de individualização que cada vez mais desobriga o Estado, construindo uma responsabilização dos indivíduos pelos riscos que "escolhem enfrentar". Desse modo, eles defendem a "a necessidade de colocar em prática um novo modelo de produção de conhecimento e de tomada de decisões para enfrentar as incertezas de viver em uma sociedade que produz os próprios riscos" (Schnorr; Ranniery, 2021, p. 1358).

Com isso, partindo da importância de refletirmos sobre o distanciamento entre percepções (subjetiva) e avaliações de risco (objetivamente), no contexto da formação inicial de professores de Química; numa perspectiva de tornar instituições de formação superior, locais que preparem para ações frente aos riscos, ofertando condições efetivas para os indivíduos participarem de discussões e decisões em sociedade, apresenta-se uma proposta de intervenção reflexiva e formativa para o trabalho com risco na educação em ciências com abordagem CTS.

CAPÍTULO 4 – EDUCAÇÃO CTS E A INSERÇÃO DO RISCO COMO CAMINHO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo destina-se a apresentar uma revisão de literatura das publicações que relacionam as pesquisas sobre risco ou sociedade de risco vinculadas ao campo CTS e à Educação em Ciências. Percebe-se que mesmo após quase quarenta anos da publicação do livro *Sociedade de Risco* por Ulrich Beck, a demanda trazida na obra mostra-se atual e fortemente próxima dos parâmetros e propósitos da Educação CTS, como afirmam Strieder e Kawamura (2017).

Ainda que a publicação inicial de Beck tenha suas perspectivas atualizadas pelo autor por meio das obras *Sociedade de Risco Mundial* e *Metamorfose Mundial*, a temática risco mantém sua potência. Defendemos sua articulação com a Educação CTS, que já vem trilhando caminhos e abrindo espaços nas salas de aula da Educação Básica e Superior como expomos neste Capítulo. Discutir as relações CTS na Educação Científica pode contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico necessário para tomadas de decisão individuais, coletivas e institucionais mais conscientes (Gomes; Hussein, 2025). Isso porque nessas discussões os alunos são incentivados a analisar as implicações sociais, ambientais e éticas da ciência e tecnologia, o que pode capacitá-los a avaliar informações de maneira mais crítica e a tomar decisões mais consciente devido o grau de informação.

4.1 Metodologia

A revisão da literatura, segundo Gil (2021), é uma das mais importantes etapas de um estudo, por trazer as perspectivas do que já foi publicado acerca do tema a ser pesquisado, apontando com isso, as contribuições e resultados já obtidos anteriormente, o que permite a proposição de avaliação crítica e orientação para prosseguimento da pesquisa. Complementarmente, Marconi e Lakatos (2022) afirmam que a revisão da bibliografia evita duplicação de trabalhos ou “não descoberta de ideias já expressas”, além de valorizar as contribuições já existentes e anunciar contradições.

Dessa maneira, a revisão da literatura, de acordo com Gil (2021) tem três finalidades: verificar o estado do conhecimento sobre o assunto, esclarecer o

significado de conceitos utilizados na pesquisa e, por fim, discutir conceitos e teorias. Para Brizola e Fantin (2016, p. 24), a revisão da literatura também auxiliará

a) delimitar o problema da pesquisa, (b) auxiliar na busca de novas linhas de investigação para o problema que o pesquisador pretende investigar, (c) evitar abordagens infrutíferas, ou seja, através da revisão da literatura o pesquisador pode procurar caminhos nunca percorridos, (d) identificar trabalhos já realizados, já escritos e partir para outra abordagem e (e) evitar que o pesquisador faça mais do mesmo, que diga o que já foi dito, tornando a sua pesquisa irrelevante.

Considerando as referidas finalidades, este capítulo tem por proposta delinear o estado do conhecimento sobre a articulação risco e CTS na Educação em Ciências. Faz-se a revisão da literatura consultando múltiplas fontes, cuja disponibilidade atual é facilitada com a acesso digital livre ou concedido às diversas Bases de Dados. No caso do Brasil, as bibliotecas seguem o Sistema de Classificação Decimal de Dewey e se organizam em dez classes, que por sua vez se dividem em subclasses e sucessivamente. No nosso caso, este levantamento parte da pesquisa na classe 300 – Ciências Sociais e subclasse 370 Educação, buscando especificidades da Educação em Ciências (Gil, 2021).

Tais classificações auxiliam para a pesquisa nas bases de dados tanto para limitar a busca, como para minimizar ambiguidades decorrentes dos diversos significados que um determinado termo pode alcançar. Neste trabalho, a limitação da subclasse auxiliou excluindo diversas publicações que traziam o risco relacionado às pesquisas de saúde, administração ou estatística. Marconi e Lakatos (2022) também destacam a importância dos indicadores operacionais para minimizar a polissemia que termos com múltiplos significados podem gerar.

Importa destacar que embora a pesquisa a essas bases de dados ocorram por meio do acesso de um computador com internet, nem todas as bases viabilizam acesso livre, o que é minimizado pela intervenção, no caso brasileiro, do Portal governamental da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). No entanto, essa facilidade só está disponibilizada às pessoas com algum vínculo às instituições de pesquisa e universidades.

Gil (2021) indica uma lista de importantes bases de dados de acesso restrito da classe 300, as quais este trabalho utilizou para trazer os dados aqui apresentados. Dentre os citados pelo autor estão: Catálogo de Teses e Dissertações da Capes (CTD), *ERIC* – Education Resources Information Center (ProQuest) e *Scopus*

(Elsevier). Além das referidas bases, também utilizamos para busca a Biblioteca Brasileira Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e a *Web of Science* (Coleção Principal (Clarivate Analytics / Thomson Reuters)).

De acordo com Gil (2021), a revisão da literatura é compreendida como uma pesquisa bibliográfica, constituída de todas as etapas de qualquer outra pesquisa: planejamento, coleta de dados, análise e interpretação e redação do relatório final. Assim, são partes da pesquisa:

- a) Elaboração do plano de revisão da literatura, cuja delimitação dos objetivos orienta a definição dos termos de pesquisa, os operadores e logo, a estratégia de busca. Em nosso caso, após inúmeras combinações, utilizamos duas estratégias, a saber:
 - 1) RISK OR “RISK SOCIETY” AND “STS EDUCATION” OR “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION”
 - 2) RISK AND “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION”
- b) Identificação das fontes de pesquisa, que para esta revisão foram escolhidas duas bases para teses e dissertações: CTD e BDTD e três bases com acesso mediado pelo portal CAPES: *ERIC*, *Scopus* e *Web of Science*.
- c) Leitura do material, em que novo filtro foi realizado, pois mesmo explicitando os termos de pesquisa e operadores, muitos trabalhos apresentavam parcialmente os termos de inclusão. Portanto, foi necessário a exclusão manual de muitos trabalhos selecionados pelas bases.
- d) Seleção de trechos relevantes,
- e) Fichamento
- f) Organização lógica do trabalho
- g) Redação do texto.

A definição dos termos de pesquisa e o uso adequado dos operadores booleanos, além dos critérios de inclusão e exclusão, fazem parte de uma etapa importante para se chegar a uma quantidade de material representativa do que se deseja investigar. Por isso, dedicamos a próxima subseção para o detalhamento.

4.2. Temas, critérios de inclusão e exclusão da seleção material bibliográfico da pesquisa

O primeiro critério de inclusão é a presença dos seguintes termos de pesquisa e operadores booleanos nos resumos dos trabalhos revisados por pares: RISK OR

“RISK SOCIETY” AND “STS EDUCATION” OR “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION”. Tais termos de pesquisa foram utilizados em duas estratégias de pesquisa. Como resultado o Quadro 1 explicita além dos quantitativos das publicações encontradas, as bases utilizadas para esse levantamento.

Ressaltamos que algumas dificuldades foram encontradas nesse percurso. A primeira delas, refere-se à generalização ou polissemia atribuída ao termo “RISCO”, o que levou a vinculação dos resultados a muitos trabalhos na área de saúde. Além disso, deparamo-nos com o uso do risco não como conceito norteador educacional, mas como sinônimo de probabilidade ou incerteza de insucesso escolar, reprovação ou outro. Após passar por filtro humano (nossa leitura criteriosa) para exclusão das publicações que apresentavam o termo “risco” com sentido diferente ao proposto pela pesquisa, chegamos aos dados apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Resultados encontrados a partir dos termos de pesquisa

Base	Termos utilizados & operadores booleanos (estratégia)	Local	Número de achados na referida Base
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD	RISK OR “RISK SOCIETY” AND “STS EDUCATION” OR “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (1)	Resumo	1
	RISK AND “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (2)	Resumo	2
Catálogo de Teses e Dissertações – CTD	RISK OR “RISK SOCIETY” AND “STS EDUCATION” OR “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (1)	Não é possível delimitar	Total: 14 Resumo: 1
	RISK AND “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (2)	Não é possível delimitar	1 Resumo: 1
SCOPUS	RISK OR “RISK SOCIETY” AND “STS EDUCATION” OR “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (1)	Resumo	zero
	RISK AND “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (2)	Resumo	zero
Education Resources Information Center – ERIC	abstractx: (RISK OR “RISK SOCIETY”) AND (“STS EDUCATION” OR “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY”) AND “SCIENCE EDUCATION” (1)	Total = 17.440 Limites aplicados ao resumo: Risco, Educação em Ciências, e Sociedade (10)	10 Resumo: 2
Education Resources Information	abstractx: RISK AND “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (2)	Total = 395 Limites: Risco,	10

Center – ERIC		Educação em Ciências, Ciência e Sociedade (10)	Resumo: 2
Coleção Principal (Clarivate Analytics / Thomson Reuters) Web of Science	RISK OR “RISK SOCIETY” AND “STS EDUCATION” OR “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (1)	Total = 3.427.775 Palavras-chave: risco Refinamento: Tipo de documento: artigo e artigo de revisão Categorias da <i>Web of Science</i> : Educação pesquisa educacional, Tópicos de citação meso: Educação pesquisa educacional Tópicos de citação micro: Educação Científica palavra-chave: risco 251	251 https://www.webofscience.com/wos/woscc/summary/3f611f0f-ccc2-4866-bd55-eb6249b1512b-0138d96e31/relevance/1 Resumo: zero Apresentam alguma colaboração sem atender os critérios: 52
	RISK AND “SCIENCE TECHNOLOGY SOCIETY” AND “SCIENCE EDUCATION” (2)	Zero	Zero

Na sequência, detalharemos o que foi encontrado em termos de teses, dissertações e artigos.

4.3 Análise de Teses e Dissertações

O levantamento realizado na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e apresentado na linha 2 do Quadro 2¹⁶, a partir da estratégia 1, mostra apenas o trabalho de Silva (2023), cujo aparecimento também ocorreu ao utilizarmos a estratégia 2 (mencionada acima). Outro trabalho foi selecionado na BDTD, no entanto, o desconsideramos, porque a temática da pesquisa era minimizar riscos

¹⁶ Os trabalhos mencionados nos Quadros 2 e 3 não foram descritos nas referências bibliográficas por serem compreendidos como dados não participantes do referencial teórico.

pedagógicos por meio da abordagem QSC, ou seja, sentido diferente de nossa investigação.

Desse modo, para a base BDTD, consideramos apenas o trabalho de Silva (2023). Este texto apresenta um estudo exploratório sobre percepção de risco após um curso introdutório acerca deste tema, utilizando como contexto a pandemia de Covid-19 para estudantes dos cursos de licenciatura em Matemática e em Química. O autor contribui apresentado resultados que indicam a diferença causada pelo conhecimento científico quanto às questões relacionadas à percepção de risco. No entanto, embora o estudo mencione as relações não triviais entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente, não está vinculado ao CTS como campo ou área de estudo.

Ainda com relação ao Quadro 2, apresentamos, em suas linhas 3 e 4, os trabalhos selecionados no Catálogo de Teses de Dissertações (CTD) para cada uma das estratégias utilizadas.

Quadro 2 – Resultados nas bases de pesquisa para teses e dissertações

Fonte/ Tipo/ Estratégia	Autor/Ano	Título (Instituição)	Termos encontrados no Resumo
BDTD / Dissertação 1 e 2	Silva, Leandro do Nascimento (2023)	Educação científica e Sociedade de risco: um estudo exploratório sobre percepção de risco acerca da pandemia de COVID-19 (USP)	Sociedade de Risco relações não triviais entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente Conhecimento Científico Licenciatura em Química
CTD/ Dissertação 1	Wagner, Izabel Cristina (2018)	Literatura de ficção científica distópica para o ensino de ciência, tecnologia e sociedade (UNINTER-Curitiba)	Educação; Ciência Tecnologia e Sociedade; Ensino de CTS e riscos da tecnociência
CTD/ Tese 2	Souza, Leila Cristina Aoyama Barbosa (2016)	A problematização do princípio da precaução na formação do técnico agrícola: reflexões para o enfrentamento da racionalidade instrumental a partir de uma questão 86ociocientíficas (UFSC)	Abordagens de risco enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade na educação científica educação profissional

Para a primeira combinação dos termos de pesquisa, a dissertação de Wagner (2018) menciona os riscos da tecnociência, porém mantendo a centralidade do Ensino CTS na Educação científica por meio da literatura de ficção científica. Enquanto o trabalho de Souza (2016) compromete-se com o enfrentamento da

racionalidade instrumental na educação profissional amparado teoricamente no Princípio da Precaução. Trata-se de um texto que valoriza às perspectivas CTS para o desenvolvimento do trabalho científico. A abordagem de risco para Souza (2016) aparece como meio de promover questionamentos.

4.4 Análise de Artigos

O levantamento de artigos realizados em três bases de busca: *Scopus*, *ERIC* e *Web of Science* trouxe como resultado inicial dificuldades semelhantes à busca de teses e dissertações, dentre elas: o aparecimento de risco como termo geral, não relacionado ao conceito; a presença de apenas um ou dois termos de pesquisa, não encontrando no resumo efetivamente os três termos e discussões sobre as relações CTS na Educação em Ciências sem dialogar diretamente com o risco. As maiores contribuições fugiram aos critérios de inclusão, ou seja, vieram ‘de trabalhos que traziam o risco na Educação em Ciências, mas sem comprometimento ou pelo menos menção do campo CTS. Cada base tem diretrizes específicas para uma busca refinada. Para a base *Scopus* é possível limitar à pesquisa ao resumo, incluindo operadores AND/ OR/ AND NOT, porém, utilizando as duas estratégias estabelecidas, nenhum documento foi encontrado.

Para a base *ERIC*, considerada mais intrínseca ao campo educacional, o volume apresentado para a primeira estratégia foi de 17.440 trabalhos, o que nos alertou para a inclusão de generalizações que se distanciam do objetivo desta pesquisa. No entanto, a base permite a limitação de alguns descritores: risco, educação em ciências e ciência e sociedade, por não ter a opção CTS. Com o uso de tais descritores, a base limitou o resultado a **dez artigos**. Ao lermos os resumos, selecionamos nove artigos com os termos riscos, educação em ciências e ciência, tecnologia e sociedade (junto ou separado) no resumo, como apresentado no Quadro 3. A segunda análise levou-nos a dois artigos, localizados nas linhas com fundo azul no Quadro 3, pois foi considerado estritamente o uso do termo risco relacionado à CTS na Educação em Ciências.

Quadro 3 - Artigos resultantes da pesquisa na base *ERIC*

Ano	Autor	Título	Periódico	Termos encontrados no Resumo
2016	Sjöström, J.; Eilks, I.; Zuin, V. G.	Towards Eco-Reflexive Science Education: A Critical Reflection about Educational Implications of Green Chemistry	Science & Education	Sociedade de Risco e Educação Científica
2017	Gardner, G. E.; Jones, M. G.; Albe, V.; Blonder, R.; Laherto, A.; M., Daniel; P. M.	Factors Influencing Postsecondary STEM Students' Views of the Public Communication of an Emergent Technology: A Cross-National Study from Five Universities	Research in Science Education	Percepção de risco e educação científica
2009	Christensen, C.	Risk and School Science Education	Studies in Science Education	Risco, Educação científica e QSC
2012	Levinson, R.; Kent, P.; Pratt, D.; Kapadia, R.; Yogui, C.	Risk-Based Decision Making in a Scientific Issue: A Study of Teachers Discussing a Dilemma through a Microworld	Science Education	Risco e Educação em Ciências
2017	Yener, D.; Aksüt, P.; Somuncu Demir, N.	Science Teacher Candidates' Attitudes and Opinions Concerning Nuclear Power Plants: A Nuclear Research Reactor Trip	International Journal of Environmental and Science Education	Educação em Ciências
1987	Haberer, Joseph, Ed	Current Periodical Literature	Bulletin of Science, Technology & Society	Educação CTS e Educação em Ciências
1987	Keeling, R. P.	Risk Communication about AIDS in Higher Education	Science, Technology, & Human Values	Risco
2014	Topcu, M. S.; Mugaloglu, E. Z.; Guven, D.	Socioscientific Issues in Science Education: The Case of Turkey	Educational Sciences: Theory and Practice	QSC e Educação científica
2003	Solomon, J.	Risk: Why Don't They Listen to Us?	Studies in Science Education	Risco, Educação Científica e CTS
1993	Cross, R. T.	The Risk of Risks: A Challenge and a Dilemma for Science and Technological Education.	Research in Science and Technological Education	Risco, Educação Científica e CTS

Com relação ao Quadro 3, o primeiro trabalho de Sjöström *et al.* (2016) não menciona diretamente o campo CTS, mas apresenta perspectivas intrínsecas às duas discussões, tais como: a reflexão acerca das consequências imprevisíveis de inovações e produções tecno-científicas para a tomada decisões a partir do olhar da

sociedade de risco globalizada. Para isso, os autores apontam as contribuições da Química Verde e do *Bildung*, cuja recorrência em outros trabalhos nos chamou atenção. O termo *Bildung*, segundo Suarez (2005) expressa, sobretudo, o processo da cultura da formação” (p. 192). Pedagogicamente, este vocábulo, de origem alemã, “designa a formação como processo” (p.193). Ou seja, os fundamentos do *Bildung* comprometem-se com completude de um processo de formação, para além dos conteúdos educacionais, incorporando valores, cultura e outros.

O trabalho de Gardner *et al.* (2017), segundo texto do Quadro 3, não se vincula à Educação CTS, porém destaca o papel da comunicação científica na percepção de risco sobre os riscos e benefícios conflitantes decorrentes da nanotecnologia. De certa forma, consideramos que o texto perpassa ou tangencia aspectos articulados a temática de nossa pesquisa.

Por sua vez, o artigo de Christensen (2009) defende a inclusão do risco na ciência escolar como potencial colaborador para o processo de alfabetização científica com vistas a tomada de decisão dos indivíduos e, para isso, considera às discussões sobre QSC. Este trabalho não está vinculado diretamente à Educação CTS. No entanto, sua abordagem central é construída em torno de Questões Sociocientíficas, que, como vimos anteriormente, possibilitam trabalhar, em aulas de Ciências, aspectos políticos, éticos, culturais do mundo científico atual. Para Pedretti (2003), as QSC são um caminho concreto para alcançar os desafios do ensino de Ciências com o enfoque CTSA. A autora justifica sua afirmação ressaltando a necessidade de os cidadãos posicionarem-se criticamente com relação aos impactos e alcances da ciência e da tecnologia, que são atividades humanas carregadas de muitas controvérsias e incertezas.

Nessa mesma direção, Martínez Pérez (2012) defende tanto os estudos QSC como os de CTS na Educação científica por priorizarem a formação para a cidadania. No olhar deste autor:

As QSC apresentam para o ensino de Ciências importantes possibilidades para trabalhar aspectos políticos, ideológicos, culturais e éticos da Ciência contemporânea. Assim, aspectos como natureza da ciência e da tecnologia, tomada de decisão, raciocínio ético-moral, reconstrução sociocrítica e ação adjacentes às interações CTSA poderiam ser trabalhadas pelos professores de Ciências em suas aulas por meio da estruturação e do desenvolvimento de questões controversas (p. 58-59).

No entanto, Zeidler e Nichols (2009) defendem que, as questões sociocientíficas abordam, em maior amplitude, a dimensão ética da ciência, o raciocínio moral e o desenvolvimento emocional dos estudantes. Numa obra anterior, Zeidler *et al.* (2005) enunciaram que a educação CTS não tem como prioridade o crescimento psicológico e epistemológico da criança, nem o desenvolvimento do caráter ou da virtude, assim como as questões sociocientíficas se comprometem. Os autores também consideram que os estudos de QSC, no ensino de ciências, promovem uma alfabetização científica funcional, aquela comprometida com o desenvolvimento crítico e reflexivo dos sujeitos e atuante nas tomadas de decisão.

Assim, olhando para as pesquisas desenvolvidas no Brasil e apoiando-nos em Martinez Perez (2012), Pedretti e Nazir (2011), cuja defesa posiciona a QSC dentro de CTSA¹⁷, destacamos nossa concordância com essa última posição, mas para efeito de rigor metodológico, não iremos considerar os trabalhos exclusivos em QSC, cujo campo CTS ou CTSA não esteja relacionado, para composição desta revisão. Desse modo, não classificaremos o trabalho de Christensen (2009) dentro dos critérios de inclusão delimitados nesta revisão da literatura. Destaca-se que embora o trabalho de Christensen (2009) não entre na revisão da literatura, ele participa da construção do referencial teórico desta pesquisa pelas proeminentes contribuições.

Levinson *et al.* (2012) apontam o risco como uma característica dos currículos de ciências de muitos países industrializados, destacam as inúmeras estruturas teóricas para o conceito e o posiciona como forte direcionador para o processo de tomada de decisões, juntamente com os valores morais. O trabalho dele não pode ser posicionado como uma produção CTS.

O trabalho de Topcu *et al.* (2014) bem como Yener *et al.* (2017) e Haberer (1987) discutem a educação científica em diálogo com QSC, a parte das colaborações de uma visita de professores em formação à usina nuclear, e ainda apontando bibliografia sobre as relações CTS, sem trazer o debate sobre o risco. Portanto, são trabalhos que o recurso computacional de busca incluiu indevidamente. O trabalho de Keeling (1993) discute sobre a principal resposta do ensino superior à epidemia associada à síndrome da imunodeficiência adquirida (AIDS), mas também não está associado aos estudos CTS.

¹⁷ O Campo CTS será em alguns momentos mencionado com CTSA por alguns autores, como Pedretti e Nazir (2011), por compreenderem importante a explicitação do acrônimo A de “ambiente” nas relações CTS.

Desse modo, do total de dez trabalhos apontados pela base ERIC, somente Solomon (2003) e Cross (1993) discutem proximamente os três campos, objetos de estudo desta tese: Risco, Educação CTS e Educação Científica. A discussão acerca das contribuições será apresentada na próxima sessão, juntamente com os artigos encontrados na base *Web of Science*.

Assim, semelhantemente a base ERIC, na *Web of Science*, com a estratégia 1, foi obtido um número elevado para leitura: 3.427.775 artigos, mas o uso de filtros macro e meso para o campo educacional e depois micro, na Educação em Ciências levou à 251 trabalhos. No entanto, na leitura individualizada dos 251 resumos, constatou-se que a combinação dos três termos não foi alcançada, tendo a possibilidade de contribuição de 51 trabalhos, por trazer pesquisa entre risco e educação em ciências. Desse quantitativo, dois artigos, marcados em amarelo no Quadro 4, já foram apresentados e comentados na busca da base ERIC: Christensen (2009) e Sjöström *et al.* (2016).

Informamos que muitos artigos encontrados pela base *Web of Science* (presentes no Quadro 4), que trouxeram apenas dois dos termos (risco e educação em ciências) foram utilizados como referencial teórico constituintes importantes dos capítulos antecessores, tais como: Pietrocola *et al.* (2021), Schenk *et al.* (2019) e os outros destacados em azul no Quadro 4. Tais trabalhos não serão incluídos na revisão da literatura por não apresentarem sistematicamente os critérios previamente estabelecidos, mas suas colaborações foram enunciadas nos capítulos da fundamentação teórica.

Quadro 4 - Resultados da busca a partir da estratégia 1 na base *Web of Science*

Ano	Autor	Título	Periódico
2024	Pallant, A; Lee, H. S.; Lord, T; Lore, C.	Framing geohazard learning as risk assessment using a computer simulation: a case of flooding	Journal of Science Education and Technology
2024	Develaki, M.	Uncertainty, risk, and decision-making: concepts, guidelines, and educational implications	Science & Education
2024	Park, J.; Kim, M.; Kim, J.; Na, J.Y.	Investigating South Korean students' risk perception related to the development of science and technology	Asia-Pacific Science Education
2024	Clucas, P.; Sjöström, J.	Traces of bildung in upper secondary science education: a critical investigation of chemistry teachers' orientation towards promoting bildung in chemistry education	Science & Education

2024	Herman, B. C.; Clough, M. P.; Sobotka, A.	The influence of Covid-19 science views, risk perceptions, and group membership on socioscientific decisions	International Journal of Science Education
2023	Irmak, M.; Ozturk, N.; Yüksel, B. T.; Yildirim, B. Ç.; Semiz, G. K.	Reasoning in the Era of Covid-19 Pandemic	Science & Education
2023	Haskel-Ittah, M.; George-Levi, S.	Characterization of knowledge of cancer, illness perceptions and their interaction among high-school students	International Journal of Science Education
2022	Domenech-Casal, J.; Rotllan, M.; Tor, M.; Garcia, A.	Landscapes. A STEM project on external geodynamics, geologic risks and sustainability	Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias
2023	Kokolaki, A.; Stavrou, D.	Pre-Service primary teachers develop teaching artifacts on contemporary socioscientific issues	Journal of Science Teacher Education
2022	Valladares, L.	Risk Pedagogies: scientific literacy in pandemic times	Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias
2021	Özbay, H. E.; Köksal, M. S.	Middle School Students' scientific epistemological beliefs, achievements in science and intellectual risk-taking	Science & Education
2021	Wan, Z. H.; So, W. M. W.; Hu, W. P.	Necessary or sufficient? The impacts of epistemic beliefs on STEM creativity and the mediation of intellectual risk-taking	International Journal of Science Education
2021	Turgut, D.; Yakar, Z.	Socioscientific issues and pre-service science teachers' bioethical values	Problems of Education in the 21st Century
2021	Pietrocola, M.; Rodrigues, E.; Bercot, F.; Schnorr, S.	Risk Society and Science Education Lessons from the Covid-19 pandemic	Science & Education
2020	Monteiro, M. D. D.; da Silva, S. A.	Teaching and learning sequence on radioactivity based on the Science-Technology-Society (STS) perspective	Dialogia
2020	Digilli-Baran, A.; Karaçam, S.	Perceptions of secondary school students about risks of scientists	Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi- Pamukkale University Journal of Education
2022	Baselga, S. V.; Garrido, O. M.; Burón, H. G.	Drama-Based Activities for STEM Education: encouraging scientific aspirations and debunking stereotypes in secondary school students in Spain and the UK	Research in Science Education
2019	Domènech-Casal, J.	Risk Zone, a teaching activity combining case studies and socio-scientific issues on geological risks	Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias
2019	Alvaro, C. E. S.; Abad, A. M.; Nudelman, N. S.	Towards a holistic approach to sustainability in the Argentine Patagonia research results and educational proposal	International Journal of Sustainability in Higher Education

2019	Schenk, L.; Hamza, K. M.; Enghag, M.; Lundegård, I.; Arvanitis, L.; Haglund, K.; Wojcik, A.	Teaching and discussing about risk: seven elements of potential significance for science education	International Journal of Science Education
2018	Cartwright, T. J.; Hallar, B.	Taking risks with a growth mindset: long-term influence of an elementary pre-service after school science practicum	International Journal of Science Education
2018	Evans, T. G.; Elisan-Visperas, A.	Resolving spatial and temporal patterns of coral bleaching risk using image analysis: an active learning experience to improve climate change literacy in college students	Journal of Biological Education
2017	Ozturk, N.; Yilmaz-Tuzun, O.	Preservice science teachers' epistemological beliefs and informal reasoning regarding socioscientific issues	Research in Science Education
2017	Hansen, J.; Hammann, M.	Risk in science instruction the realist and constructivist paradigms of risk	Science & Education
2017	Jack, B. M.; Lee, L.; Yang, K. K.; Lin, H. S.	A Science for Citizenship Model: assessing the effects of benefits, risks, and trust for predicting students' interest in and understanding of science-related content	Research in Science Education
2016	Cinici, A.	Balancing the pros and cons of GMOs: socio-scientific argumentation in pre-service teacher education	International Journal of Science Education
2016	Sjöström, J.; Eilks, I.; Zuin, V. G.	Towards eco-reflexive science education: a critical reflection about educational implications of green chemistry	Science & Education
2016	Genel, A.; Topçu, M. S.	Turkish preservice science teachers' socioscientific issues-based teaching practices in middle school science classrooms	Research in Science & Technological Education
2015	Oyao, S. G.; Holbrook, J.; Rannikmäe, M.; Pagunsan, M. M.	A competence-based science learning framework illustrated through the study of natural hazards and disaster risk reduction	International Journal of Science Education
2015	Cullipher, S.; Sevian, H.; Talanquer, V.	Reasoning about benefits, costs, and risks of chemical substances: mapping different levels of sophistication	Chemistry Education Research and Practice
2014	Jho, H.; Yoon, H. G.; Kim, M.	The relationship of science knowledge, attitude and decision making on socio-scientific issues: the case study of students' debates on a nuclear power plant in Korea	Science & Education
2014	Ariza, M. R.; Armenteros, A. Q.	ICT and meaningful science learning	Ensenanza de Las Ciencias
2014	Boerwinkel, DJ; Swierstra, T.; Waarlo, A. J.	Reframing and articulating socio-scientific classroom discourses on genetic testing from an STS perspective	Science & Education
2014	Hong, Z. R.; Lin, H. S.; Chen, H. T.;	The effects of aesthetic science activities on improving at-risk families' children's anxiety about learning science and positive thinking	International Journal of Science Education

	Wang, H. H.; Lin, C. J.		
2013	Kilinç, A.; Kartal, T.; Eroglu, B.; Demiral, Ü.; Afacan, Ö.; Polat, D.; Guler, M. P. D.; Görgülü, Ö.	Preservice science teachers' efficacy regarding a socioscientific issue: a belief system approach	Research in Science Education
2013	Lindahl, M. G.; Linder, C.	Students' ontological security and agency in science education an example from reasoning about the use of gene technology	International Journal of Science Education
2013	Simonneaux, L.; Panissal, N.; Brossais, E.	Students' perception of risk about nanotechnology after an SAQ teaching strategy	International Journal of Science Education
2013	Sjöström, J.	Towards bildung-oriented chemistry education	Science & Education
2013	Jones, M. G.; Blonder, R.; Gardner, G. E.; Albe, V.; Falvo, M.; Chevrier, J.	Nanotechnology and nanoscale science: educational challenges	International Journal of Science Education
2012	Levinson, R.; Kent, P.; Pratt, D.; Kapadia, R.; Yogui, C.	Risk-based decision making in a scientific issue: a study of teachers discussing a dilemma through a microworld	Science Education
2012	Crne-Hladnik, H.; Hladnik, A.; Javornik, B.; Kosmelj, K.; Peklaj, C.	Is judgement of biotechnological ethical aspects related to high school students' knowledge?	International Journal of Science Education
2012	Lange, J. M.	Education in sustainable development: how can science education contribute to the vulnerability perception?	Research in Science Education
2011	Levinson, R.; Kent, P.; Pratt, D.; Kapadia, R.; Yogui, C.	Developing a pedagogy of risk in socio-scientific issues	Journal of Biological Education
2011	Colclough, N. D.; Lock, R.; Soares, A.	Pre-service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionizing radiation	International Journal of Science Education
2010	Garritz, A.	Science education in an uncertain and briskly changing society	Enseñanza de Las Ciencias
2009	Davidsson, E.	Enhancing visitors' interest in science - a possibility or a paradox?	Research in Science Education
2009	Christensen, C.	Risk and school science education	Studies in Science Education
2008	Afonso, A. S.; Gilbert, J. K.	The nature of exhibits about acoustics in science and technology centres	Research in Science Education
2008	Ekborg, M.	Opinion building on a socio-scientific issue: the case of genetically modified plants	Journal of Biological Education

2006	Kolstø, S. D.	Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue	International Journal of Science Education
2001	Kolstø, S. D.	'To trust or not to trust, ... '- pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue	International Journal of Science Education
2001	Quicke, J.	The science curriculum and education for democracy in the risk society	Journal of Curriculum Studies

O levantamento na *Web of Science* evidenciou algumas outras aproximações já apontadas no referencial teórico, tais como:

- risco e tomada de decisão: Desenvolveki (2024); **Özbay e Köksal (2021)**; **Turgut e Yakar (2021)**; Culliper, Sevan e Talanquer (2015); **Jho, Yoon e Kim (2014)**; Levison *et al.* (2012) e **Lange (2012)**.
 - a) percepção de risco: Parque *et al.* (2024); Herman, Clough e Sobotka (2024); Digili-Baran e Karaçam (2020); Simonneaux, Panissal e Brossais (2013); Garritz (2010).
 - b) o risco incorporado às questões sociocientíficas (QSC): Turgut e Yakar (2021); Ozturke Yilmaz (2017); Genel e Topçu (2016); Jho, Yoon e Kim (2014); Levinson *et al.* (2011); Kolstø (2006); Kolstø (2001).
 - c) riscos relacionados à radioatividade: Monteiro e da Silva (2021); Colclough, Lock e Soares (211).
 - d) Bildung: Clucas e Sjöstrom (2024).

4.5. Discussão

A análise apontada por todas as bases mostra que somente a *ERIC* encontrou trabalhos em proximidade dos três campos, objetos de estudo desta tese: Risco, Educação CTS e Educação Científica, sendo eles: Cross (1993) e Solomon (2003). O primeiro participa dos capítulos anteriores, mas pelo atendimento aos critérios de inclusão, mostra-se necessário retomá-lo nessa seção.

O artigo intitulado “O Risco dos Riscos: um desafio e um dilema para a educação científica e tecnológica, de Cross (1993), reflete sobre o trabalho docente e as questões relacionadas ao impacto dos riscos gerados pela ciência e pela tecnologia na vida dos cidadãos. Nesse sentido, o autor destaca a importância dos propósitos do

Movimento CTS na Educação Científica, tendo como uma das principais motivações tornar a educação mais socialmente responsável.

Para Cross (1993), os professores de ciências do contexto de sua pesquisa preconizam um local para a ciência em sala de aula distante da realidade, pois tendem a evitar questões sobre natureza da ciência e construção do conhecimento, estruturando-se como um determinante ideológico do currículo escolar. Assim, o autor defende a concepção de alfabetização científica como possibilidade de mudança, em que se reconhece a importância da avaliação e gestão de riscos nas questões sociais vinculadas à ciência e à tecnologia. Além disso, algumas reformas curriculares, como no caso do Reino Unido, destacam o papel da alfabetização científica nos processos de tomadas de decisão. Segundo o autor, são sinais embrionários, mas que trazem esperança de ressignificação da ciência como atividade humana colaborativa, mas problemática, que precisa revelar além de conhecimento, os valores incorporados à sua produção.

Importa salientar que neste texto de Cross (1993, p. 172), “o risco é definido em termos da probabilidade de consequências adversas”. Assim, o autor alerta para a importância de uma educação socialmente responsável que posicione comprometidamente a ciência e a tecnologia em benefício da democracia. Tal característica evidencia os interesses intrínsecos dos especialistas e de suas instituições, bem como dificuldade de participação dos cidadãos nos processos de tomada de decisão na sociedade. Com isso, Cross (1993) compreende que os desafios para os professores de ciências associam-se nas limitações de entendimento metodológicos, para o desenvolvimento do ensino de técnicas de avaliação de risco, além de velados interesses dos especialistas incorporados às análises de risco. Tais dificuldades precisam ser consideradas para o trabalho docente com risco em sala de aula. O autor, assim elenca questões relevantes para o trabalho de risco na Educação Científica, que propusemos organizar no Quadro 5.

Quadro 5 - Sistematização das questões relevantes para o trabalho de risco na Educação Científica apontados por Cross (1993)

Os problemas associados à avaliação dos riscos são:	
1	o risco está frequentemente associado a resultados incertos;
2	geralmente há muitos fatores envolvidos na determinação do risco de morte e sua influência muitas vezes é conhecido de forma imprecisa;
3	é difícil ter certeza de que todos os fatores que influenciam o risco foram identificados;

4	a confiabilidade dos dados básicos sobre os quais são feitas as avaliações de risco é incerta.
Os processos necessários para calcular o risco são:	
1	avaliação da gama provável de resultados possíveis;
2	determinação das probabilidades dos resultados;
3	avaliação dos resultados que são favoráveis e aceitáveis, e aqueles que são desfavoráveis e inaceitáveis;
4	avaliação da viabilidade de medidas para superar resultados inaceitáveis.
As preocupações sociais gerais são:	
1	O risco é necessário e quais são as consequências da remoção do risco?
2	Quais são os “interesses” dos especialistas? Pode haver reservas sobre enfraquecer a integridade dos especialistas e sua capacidade de serem objetivos.
3	O que é empírico e o que é crítico na avaliação do risco?
4	Cujos valores devem ser aplicados às decisões de risco, e o problema da concorrência valores?
5	Quem deve estar envolvido na tomada de decisões?
6	Quão equitativamente os riscos estão distribuídos pela comunidade?
As perguntas sobre riscos aceitáveis são:	
	Quão seguro é suficientemente seguro?
	Até que ponto dependem de juízos de valor?
	Em alguns casos, o risco elevado pode ser aceitável, noutros, o risco extremamente baixo; como pode isso ser determinado?

Fonte: Cross (1993).

A partir da proposição dessas questões, Cross (1993) explora dois exemplos centrados em riscos e aproxima-se da compreensão que os desafios e dilemas que operam em vários níveis na educação. Tais questões polêmicas aos alunos, precisam ser trabalhadas como parte do processo educacional e mostra-se como desafio tanto para alunos quanto para professores. Segundo o autor, isso ocorre por em parte o ensino das ciências ser uma “retórica de conclusões”, fortemente compromissado com os “fatos”, impondo um contexto problemático para a ciência. Existe também a negligência da educação tecnológica por sempre se buscar um ensino de tecnologia atraente, ignorando com isso, muitos riscos.

Por fim, Cross (1993) alerta que embora os cursos CTS formem uma ponte entre a ciência e a tecnologia, é preciso estar atento às nuances que incluem o ensino para o profissionalismo, cujo papel da educação no desenvolvimento das competências é minimizado no auxílio para que futuros cidadãos façam julgamentos. O que difere do lado mais forte do CTS que se vincula ao fortalecimento para o desenvolvimento da capacidade dos alunos para fazerem os julgamentos necessários que lhes permitam interagir com sucesso na sociedade.

O outro trabalho que traz os três campos requisitados nessa revisão é o de Solomon (2003), cujo título é “Risco: por que eles não nos ouvem?”. A pesquisa denuncia um dilema da psicologia social aplicada, cujo alerta questiona a dificuldade de escuta dos aconselhamentos de especialistas, tais como: médico, professores e cientistas. De maneira direta e próxima do objetivo desta revisão, Solomon (2003) defende o risco inserido na educação científica como meio de compreensão das relações CTS.

Existem várias razões pelas quais a educação científica deveria estar interessada na questão do risco, além de dar conselhos pastorais visando promover mudanças comportamentais benéficas, como já foi mencionado. Uma delas é que os riscos associados às nossas novas tecnologias – a energia nuclear, a clonagem de outros animais e de nós próprios, e as recentes doenças nas explorações agrícolas – fazem parte do que um cidadão pode precisar de saber (Irwin, 1995). O CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) foi iniciado no começo da década de 1980 na Holanda, no Canadá e na Grã-Bretanha porque parecia óbvio que deveríamos ensinar aos nossos alunos tópicos que eram relevantes e importantes para todos. CTS está agora claramente de volta ao currículo: na Inglaterra faz parte da “ciência para a cidadania”. [...]. O conceito de risco une os domínios cognitivo e afetivo: defende não apenas o pensamento, mas também a empatia. Isto indica que o tema se situa numa região fronteira entre a ciência e as humanidades e, portanto, poderia tornar-se útil numa parte importante do nosso ensino, numa época em que a ciência e a matemática parecem demasiadamente áridas para captarem a imaginação da maioria dos nossos alunos (Solomon, 2003, p. 125).

O artigo deste autor mesmo tendo completado mais de três décadas continua colaborando com quatro possíveis maneiras de conceituação e aconselhamento sobre risco, são perspectivas complementares, cuja inserção se faz com a participação do mundo social, considerando o aconselhamento e a sua recepção. Assim, considera-se a contribuição da Teoria dos jogos para refletir as múltiplas reações individuais diante dos riscos. Deve-se incluir que o fator associado ao sentimento de manipulação gera emoções nas pessoas que levam à rejeição por medo de perda de autonomia. Por possuir uma dimensão subjetiva, o risco também evidencia uma outra questão subjacente que é a da confiança, entre leigos e especialistas. A lógica dos especialistas confronta a dos leigos, que busca suas certezas no conhecimento indutivo, ou proximamente ao *habitus*¹⁸ de Bourdieu (1977). Desse modo, a narrativa utilizada é um ponto de proximidade ou distanciamento, pois os especialistas justificam as questões sobre risco em cima de teorias que muitas vezes são

¹⁸ Conjunto de esquemas de percepção, ação e apropriação que é herdado da família e reforçado na escola.

descontextualizadas, ou seja, não consideram os contextos de submissão complementares. O local dessa narrativa apresenta sua contribuição e tratá-la respeitosamente, incorporando suas limitações, mostra-se necessário.

Com isso, Solomon (2003) questiona: O que podemos fazer para ter acesso ao conhecimento do especialista sem perder a nossa autonomia? Não há como desconsiderar a mistura de emoções e conhecimento, ou seja, conhecimento e valores, exemplificado em estudos que o autor mostra que embora os alunos tenham conhecimentos relevantes sobre os riscos, esses não o colocam em prática. Desse modo, a discussão em grupo sobre o risco é proeminente nos estudos de cidadania, trazendo noções de solidariedade, autonomia e missão de vida e explicitando a controvérsia moderna entre os modelos sociais e individualistas de ser.

Por fim, embora o levantamento para a revisão da literatura na base *Web of Science* não tenha filtrado trabalhos especificamente com os três termos de inclusão no resumo dos artigos, vale ressaltar que além das categorias enunciadas acima, foi possível identificar algumas publicações que tratam o risco por meio da terminologia pedagogia ou literacia do risco, cuja proximidade também traz colaborações para o desenvolvimento da fundamentação teórica desta tese, mencionando o campo CTS fora do resumo. Dentre eles, estão artigos já mencionados em capítulos anteriores como Schenk *et al.* (2019), Levinson *et al.* (2011) e Christensen (2009).

Além das publicações referidas que tratam do risco na educação científica e mencionam o campo CTS em outras sessões do trabalho, temos o artigo Hansen e Hammann (2017) cujo objetivo é “revisar a literatura sobre dois principais quadros teóricos para conceituar o risco, os paradigmas realista e construtivista de risco e conectar ambos a fim de sugerir uma definição prática do que pode ser entendido como competência de risco no ensino de ciências” (p. 1). Assim, os autores irão discutir as limitações das contribuições das avaliações de risco por meio do termo realista, bem como a inclusão das percepções de risco e demais subjetividades, com o paradigma construtivista.

O trabalho de Hansen e Hammann (2017) faz uma consistente apresentação das perspectivas do uso do risco no ensino de ciências, destacando sua importância nos processos de tomada de decisão e na viabilidade do uso de QSC como meio de trazer o risco para sala de aula. Trata-se de um artigo robusto para compreensão das múltiplas possibilidades de uso do conceito, sendo também objeto de forte colaboração para o artigo subsequente a esta análise, o texto de Valladares (2022),

que traz diversos aspectos relacionados aos avanços científicos e tecnológicos, porém não aborda o campo CTS objetivamente.

Como último artigo a ser discutido nesta seção, o trabalho *Pedagogías del Riesgo: alfabetización científica en tiempos de pandemia*, de Valladares (2022), cujo objetivo é descrever acerca das competências de risco e analisar a sua inclusão no ensino de ciências. A autora defende a incorporação de questões sociocientíficas nas propostas de ensino de risco, propondo com isso, uma metamodelo didático para a inserção de uma pedagogia de risco na sala de aula de ciências.

Assim, o artigo traz conceituações, alertando para a natureza objetiva e subjetiva do risco, na qual ambas são necessárias para a sua compreensão. Valladares (2022) também discute sobre concepções teóricas: o risco como possibilidade de ocorrência, como propriedade objetiva relacionado a medida de probabilidade, como construção social subjetiva, dentre outras.

Uma abordagem trazida no trabalho de Valladares (2022) muito importante para a nossa tese, é a da compreensão da trajetória do risco na educação científica. Para a autora, apoiada em Christensen (2009), o ensino de ciências torna-se local propício para tratar dos riscos dos avanços científicos e tecnológicos, por muitas vezes necessitarem de maior aprofundamento para remoção de sua invisibilidade, na promoção de alfabetização científica em que se desenvolve sob o paradigma da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Desse modo, em concordância com Pedretti e Nazir (2011), que se coaduna e com o nosso entendimento, Valladares (2022) entende as controvérsias das QSC viabilizam a inserção do risco para uma Educação CTS.

Fundamentada também no artigo discutido anteriormente, Hansen e Hamman (2017), Valladares (2022) alerta que embora alguns países já tenham compromisso com a inclusão do risco nos currículos por sua colaboração nos processos de tomada de decisão, isso ainda se mostra incipiente, como é relatado pela autora:

Embora tenha havido um compromisso crescente de incluir o risco nos currículos de ciências em geral, e países como o Reino Unido, os Estados Unidos, o Canadá e a Austrália tenham feito progressos neste sentido (Hansen e Hamman, 2017), ainda há pouca investigação sobre a compreensão dos alunos sobre o risco ou o papel que ele desempenha na tomada de decisões sobre problemas sociocientíficos contemporâneos nas salas de aula de ciências (Christensen, 2009). O conceito de risco é controverso e raramente tem sido discutido em profundidade na literatura de educação científica e, embora quase metade dos estudos analisados enfoquem especificamente o risco como conteúdo didático e forneçam uma

definição do conceito, apenas os trabalhos de Christensen (2009), Hansen e Hammann (2017) e Schenk *et al.* (2019), discutem a correlação entre a conceituação teórica de risco que é adotada no currículo e seu tratamento didático, sendo os dois últimos trabalhos os únicos que incluem uma proposta pedagógica sólida para o ensino do risco nas aulas de ciências (Valladares, 2022, p. 130105).

Por fim, o trabalho de Valladares (2022) propõe um metamodelo didático decorrente dos trabalhos de Hansen e Hamman (2017) e Schenk *et al.* (2019), destacando a pedagogia do risco para a alfabetização científica.

Da análise documental sobre o tratamento educativo do risco, destacam-se duas propostas pedagógicas interligadas: a) a proposta pedagógica de Hansen e Hammann (2017), de caráter conciliatório, porque destaca a necessidade de compreender primeiro como o risco é conceituado, combinando seus paradigmas, para então poder ensiná-lo como mais um tema dentro do ensino de ciências; e b) a proposta pedagógica de Schenk *et al.* (2019), de natureza multifacetada, na medida em que enfatiza os aspectos processuais e atitudinais do risco, enquadrando-o como um atributo de toda atividade humana, que também atravessa e é intrínseco ao trabalho da ciência (p. 130106).

O metamodelo resultante dos pontos fortes dos dois trabalhos, defendem que o ensino de risco deve conter múltiplas vertentes e ser contextualizado e precisa distanciar-se de perspectivas limitada a dados estatísticos e técnicos. Para Valladares (2022), as duas propostas são fundamentadoras direcionamentos para a abordagem conceitual de risco, porém percebe a necessidade de propor aos professores instrução coerente com dicas para a implantação em sala de aula. Desse modo, a autora sugere partir de uma proposta que apresente aos alunos uma QSC social e pessoalmente significativa; provoque a exposição de compreensões prévias sobre os riscos associados e continuem seu desenvolvimento por meio de dinâmicas que estimulem a participação, tais como: estudos de caso; desenvolvimento de projetos coletivos; debates públicos; relatórios sobre controvérsias reais; pesquisas sobre a percepção pública de certas questões controversas relacionadas à ciência e à tecnologia; análise de conteúdo na mídia sobre risco, dentre outros.

4.6. Síntese

Tendo como objetivo investigar o estado do conhecimento sobre risco e CTS na Educação em Ciências, consideramos que o resultado alcançado com o

levantamento bibliográfico está em consonância com o objetivo de nossa tese na construção de possíveis contribuições que o conceito de risco pode aportar para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que contemplem a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) entre licenciandos do curso de Química, além de corroborar com a justificativa deste tema de pesquisa, pois foi possível constatar a produção acadêmica incipiente no que tange ao diálogo dos três campos: Risco, Educação CTS e Educação em Ciências.

Mesmo pesquisando em cinco Bases de Dados, os achados bibliográficos considerando os tangenciamentos entre os três campos foram muito limitados, sendo alcançado apenas pelos trabalhos de Cross (1993) e Solomon (2003). Para que os três trabalhos classificados entre teses e dissertações e os demais 59 artigos mencionados permanecessem foram feitas concessões dadas as aproximações entre CTS e QSC.

Esta revisão da literatura também sistematizou impressões que vêm se construindo ao longo da produção desta pesquisa, tais como: as múltiplas utilizações do termo risco, bem como a diversidade encontrada de abordagens para o conceito de risco, em que se percebe aproximações objetivas e subjetivas, a importância de uma correlação entre ambas, destacando a importância dos valores nas ações que interagem com o conhecimento sobre riscos. Algumas relações também se consolidaram próximas tais como: questões sociocientíficas, *Bildung* e os processos de tomada de decisões, sejam elas individuais, coletivas ou institucionais.

Este levantamento também evidenciou a disputa de campo entre QSC e CTS, áreas de estudo correlatas como *Bildung* e Pedagogia do Risco. Por fim, importa destacar esta revisão corroborou para a defesa da vinculação do risco com CTS na Educação científica, confirmando a compreensão dele como meio viabilizador para uma abordagem CTS na Educação Científica, pela potência em mobilizar o engajamento dos alunos em discussões sobre questões relevantes para suas comunidades e para a sociedade como um todo, fortalecendo a capacidade de tomar decisões coletivas mais bem embasadas.

CAPÍTULO 5 – CAMINHO METODOLÓGICO

A inserção do risco na educação científica com abordagem CTS é estabelecida na crítica à soberania das Ciências Naturais, na evidenciação de sua falibilidade e de sua não neutralidade. Para isso, as subjetividades, por meio de percepções e valores, participam do debate questionando números que até então eram as referências para as tomadas de decisão, influenciadas pelos interesses de mercado que, muitas vezes, invisibilizam os riscos à sociedade, decorrentes dos avanços da ciência e da tecnologia. Nesse debate, convocamos também para o diálogo às Ciências Sociais.

Com isso, alguns elementos tais como a reflexividade, participação social, valores, tomada de decisão, relação Ciência-Tecnologia-Sociedade, dentre outros orientaram a própria execução desta pesquisa e, ao mesmo tempo, foram aplicados de maneira a creditar e exemplificar a força deles como meio de se promover a educação científica que aqui se defende. Ou seja, educação em ciências comprometida com a oferta de oportunidade formativa para que os indivíduos participem da tomada de decisão quanto aos riscos postos à sociedade decorrentes dos avanços científico e tecnológicos.

Dito isso, os referidos elementos, bem como outros fundamentam os critérios de análise desta pesquisa que se propõe a contribuir para a educação em ciências. A pesquisa social, segundo Gil (2010), por meio de métodos científicos, busca novos conhecimentos para a compreensão da realidade social, que por sua vez, investiga os aspectos relativos ao ser humano e seus múltiplos relacionamentos com seus pares e instituições.

A educação em Ciências, segundo Santin (2021), é uma área multidisciplinar que tem a sua disposição inúmeros recursos de informação para o ensino e pesquisa, em meio às atividades nas universidades e nas escolas. Portanto, compreender quais fontes de informação são utilizadas, com a visão de suas fortalezas e limites, permite uma avaliação crítica e proveitosa dos resultados obtidos com tais pesquisas.

Desse modo, este capítulo se propõe a especificar o percurso metodológico adotado na escolha da abordagem, do tipo de natureza do trabalho, da tipificação dos objetivos da tese, dos procedimentos implementados na pesquisa, da caracterização do grupo analisado, da descrição da coleta de dados e, conseqüentemente, da análise dos materiais obtidos.

5.1 Abordagem, Natureza, Objetivos e Procedimentos

Diferente das avaliações de riscos, cuja justificativa fundamenta-se quantitativamente, esta pesquisa, a partir de uma **abordagem qualitativa**, busca delinear algumas contribuições que o conceito de risco pode aportar para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que contemplem a relação CTS por licenciandos do curso de Química e preceptores do Programa Residência Pedagógica.

A abordagem qualitativa, segundo a perspectiva weberiana, trata-se de uma metodologia cujo ponto central da investigação é a compreensão dos significados dada às ações individuais bem como do contexto de realização da pesquisa. Essa abordagem ainda, confronta a concepção positivista da ciência, priorizando a interpretação à mensuração; a descoberta à constatação e; assumindo a interrelação entre fatos e valores que impossibilita a neutralidade da posição do pesquisador (Gatti; André, 2010).

Os métodos de pesquisas qualitativos durante os estudos pedagógicos, segundo Wiezoreck (2010) apresentam forte colaboração formativa defendida por quatro argumentos, sendo eles: a) o trabalho prático de pesquisa de um caso individual, viabiliza por meio de um exemplo superar os limites entre teoria e prática pedagógica; b) métodos qualitativos e pesquisas reconstrutivas levam à reflexividade, elemento fundamental no posicionamento profissional; c) o emprego dos métodos qualitativos colabora para a compreensão da unicidade e da demanda de cada situação profissional; d) os métodos de pesquisa qualitativa desenvolvem a capacidade de lidar com a insegurança, preparando os licenciandos para a própria capacidade de atuação profissional.

Ainda sobre a pesquisa qualitativa, Villaverde *et al.* (2021^a) prioriza significados, aspirações, crenças, valores e atitudes. Seria um local de menor mensuração e de maior reflexão acerca das relações. Trata-se de uma investigação voltada para o caráter subjetivo do objeto estudado. Em colaboração, Lima (1998) afirma que a comunicação do que é dado como subjetivo e objetivo num mesmo espaço aumenta o espectro de compreensão do sujeito acerca do seu “eu social”. Uma das possíveis abordagens seria como o “eu social” promove a autonomia reflexiva, ou seja, indivíduos participativos na vida social e, concomitantemente, preparados para refletir sobre ela, promovendo uma contínua construção social.

Giddens e Sutton (2017) defendem que a potencialidade das pesquisas em ciências naturais é construída numa comunicação com o conhecimento sobre o comportamento humano. Nesse sentido, a reflexividade também é um conceito defendido na educação em ciências, entendendo-o como chave para a compreensão das sociedades contemporâneas. “A modernidade tardia é um contexto social destradicionalizado, quando os indivíduos são isolados da estrutura social e, em consequência, forçados a serem continuamente reflexivos em relação à própria vida e identidade” (Giddens; Sutton, 2017, p. 64). Ainda, de acordo com estes autores, a reflexividade está ligada às ideias de reflexão ou autorreflexão e associada, nas ciências sociais, às ideias sobre o “eu social”.

O conceito de reflexividade, para Giddens e Sutton (2017), passou a ser fundamental para a criação de teorias sociais e para a aplicação dos métodos de pesquisas sociológicas, levando à popularização de métodos como pesquisa biográfica, história oral e inclusão da biografia do próprio autor. Para os autores, os pesquisadores podem por meio da pesquisa qualitativa tentar entender como a vida social é vivida e como as pessoas compreendem sua posição social.

No entanto, Guerra (2006) alerta que pela caracterização da pesquisa como qualitativa, enquadram-se práticas muito diferenciadas não ofertando muita precisão em seu significado. Com isso, o delineamento da investigação perpassa outras classificações, como a da natureza, do objetivo e dos procedimentos de coleta e de análise de dados da pesquisa.

Quanto à **natureza**, consideramos esta pesquisa de natureza interventiva baseada em Teixeira e Megid Neto (2017), isso porque em suas práticas associam processos investigativos e de desenvolvimento de ações, podendo assumir natureza diversificada. Estes autores destacam que as pesquisas de natureza interventiva, em contexto educacional, permitem avaliar estratégias, recursos didáticos, propostas curriculares, além de possibilitar o desenvolvimento de processos formativos construídos coletivamente por pesquisadores, professores, estudantes e demais envolvidos. Os participantes dedicam-se à resolução de questões práticas não deixando, no entanto, de produzir conhecimentos sistematizados. Complementarmente, Chizzotti (2006) defende a natureza interventiva por
105
considera-la potente na geração de práticas alternativas, inovadoras e na produção de conhecimentos decorrentes de processos colaborativos.

A etapa seguinte após a definição de um objeto de estudo, segundo Schwalm *et al.* (2021), é a determinação dos objetivos, para assim, delinear o plano de ação. Desse modo, retomamos o **objetivo central desta tese que é** investigar o potencial de um grupo colaborativo de professores e licenciandos em química, fundamentados na Educação CTS articulado ao Risco Sociológico, para engendrar processos reflexivos sobre as próprias práticas e identificar as contribuições e limitações destes campos do conhecimento, a partir dos desdobramentos de suas práticas em aulas de química. Aproximamo-nos desse objetivo a partir de reflexões sobre o desenvolvimento de propostas didáticas realizadas no espaço-tempo de formação docente do Programa Residência Pedagógica do Ministério da Educação (MEC), descrito pelo Edital 24/2022 da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Este Programa aplica-se tanto à formação continuada quanto à formação inicial de professores, no contexto desta pesquisa, ou seja, o Curso de Licenciatura em Química de uma universidade brasileira

Com o delineamento do objetivo da pesquisa, sua classificação pode ser exploratória, descritiva ou explicativa. Nesta pesquisa, consideramos o **objetivo explicativo**, cujo compromisso é com o aprofundamento sobre o conhecimento acerca da realidade e tendo como “preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos” (Gil, 2010, p. 27). Desse modo, ao optarmos por uma pesquisa explicativa o objetivo precisa ir além da descrição dos conceitos e fenômenos, ou mesmo do estabelecimento de suas relações, mas comprometer-se a refletir acerca das causas desses fenômenos, aprofundando o conhecimento sobre a realidade.

Com a definição da abordagem, da natureza e do objetivo passamos para o estabelecimento dos métodos de levantamento e análise dos dados coletados. Para isso, foram considerados os elementos orientadores da pesquisa que são: o risco e sua percepção, a reflexividade, a participação social, a tomada de decisão frente à demanda posta na interrelação ciência-tecnologia-sociedade. Desse modo, por entendermos que a nossa pesquisa reconhece que a formação docente deve conduzir a uma prática profissional participativa e reflexiva, ela precisa, desde sua estrutura, exemplificar o caminho defendido.

5.2 Amostragem e contexto da intervenção

A amostragem e a representatividade qualitativa são decorrentes do número de residentes selecionados pelo processo seletivo regido pelo referido edital, ocorrido antes mesmo que participássemos do Programa. Por esse processo, realizado pela professora coordenadora do PRP em questão, foram selecionados 15 licenciandos, três professores preceptores de escolas públicas da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. O processo de seleção ocorreu por meio de entrevistas previamente agendadas e análise de documentos (histórico escolar, currículo, vínculo de trabalho na SEEDF entre outros) para o atendimento às diretrizes do PRP (Edital DEG Nº 30/2022).

Importa destacar que para cada professor preceptor selecionado foram designados cinco licenciandos para trabalhar nas escolas onde o docente desenvolvia suas atividades laborais. Uma das três vagas de preceptor foi preenchida inicialmente por um determinado profissional, que saiu do Programa por questões pessoais, havendo necessidade de outra seleção, acarretando mudança de preceptor e de escola para alguns residentes, gerando impacto considerável no grupo.

A dinâmica de funcionamento deste PRP – Química ocorreu por meio de reuniões semanais entre os residentes e a professora-coordenadora da equipe. A participação dos professores preceptores nos encontros acontecia a cada 15 dias. Essas reuniões ocorriam sempre às sextas-feiras de 14 às 18 h desde novembro de 2022 até abril de 2024.

Consideramos o contexto do PRP – Química apropriado para o desenvolvimento da pesquisa pensada para este doutorado. Assim, procuramos a professora coordenadora do Programa em junho de 2023 e fizemos a apresentação da proposta de trabalho com vias a coleta de dados para o doutorado. A coordenadora considerou a possibilidade de desenvolvimento e, inicialmente, consultou os preceptores, que se prontificaram a receber-nos para uma conversa. Nesse momento, apresentamos a proposta para eles e sugerimos realizar conjuntamente um processo formativo cuja temática principal seria o Risco em articulação com a Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade em práticas de sala de aulas de Química elaboradas pelo coletivo preceptores-residentes a partir do compartilhamento de conhecimentos sobre o tema. Explicitamos que nosso objetivo era conhecer os impactos do processo de elaboração e desenvolvimento de propostas didáticas, orientadas pela temática

articulada a conteúdos de Química, nas salas de aulas e as reflexões decorrentes dos sujeitos envolvidos. A coordenadora também consultou os residentes, que igualmente se mostraram receptivos. Todos consideraram a proposta desafiadora, mas interessante. Sendo assim, começamos a fazer parte do grupo no início de agosto até dezembro de 2023.

A partir desse momento, comprometemo-nos com o grupo, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) no Apêndice A, de manter a identificação pessoal em completo anonimato, seja pelas observações coletadas ao longo dos encontros bem como por ocasião da entrevista, posteriormente comentada. Devido a este acordo, os nomes dos residentes e preceptores foram codificados por letras (B e C) seguidas de números (1, 2, 3, ...) ao longo dos textos do Capítulo Resultados e Discussão. Em nenhum momento nesta seção, foi citado o nome das escolas da Educação Básica em que os residentes e preceptores desenvolviam suas atividades. Este acordo viabilizou participar de todos os encontros e presenciar um ambiente formativo rico e de respeito mútuo.

Nas reuniões semanais, tanto realizamos processos formativos, apresentando e discutindo uma síntese sobre o Risco e a Educação CTS, como, igualmente, propomos atividades antes de começarmos a fase de elaboração das propostas didáticas. Este processo ocorreu ao longo de 16 encontros, culminando com discussões dos resultados decorrentes da vivência das propostas didáticas nas salas de aula. As apresentações foram realizadas pelos residentes com a participação de todos os preceptores, professora coordenadora e pelas pesquisadoras.

5.3 O processo de coleta de dados

Em todo este período foi viabilizada a **coleta de dados** para posterior discussão, análise e interpretação. Dentre as possibilidades técnicas para essa fase, optamos por: observação participante e acompanhamento das conversas dos grupos e do coletivo; acompanhamento das atividades realizadas e do processo de elaboração das propostas didáticas e entrevistas com os residentes e preceptores. As anotações no diário em todas as reuniões, possibilitou-nos a troca de ideias acerca: da temática Educação CTS/Risco, dos materiais didáticos com os participantes e

permitiu-nos problematizar algumas estratégias e discutir possíveis readequações ao longo do processo.

Integramo-nos ao grupo, vivenciando as experiências e interações dos integrantes para obter uma compreensão mais profunda e contextualizada do objeto de estudo da pesquisa em questão. Ao todo, coletamos dados no diário da pesquisadora durante 16 encontros e, após o encerramento do ano letivo, começamos a elaborar as questões do roteiro de entrevistas. Para tal, lançamos mão de anotações no referido diário acerca das observações realizadas durante todas as reuniões.

Optamos pela entrevista semiestruturada devido à dinâmica de interação como os participantes que essa técnica nos permite, na perspectiva de conhecer com maior profundidade as visões individuais dos residentes e preceptores sobre aspectos atinentes ao processo de intervenção, acerca das interações ou mesmo possíveis problemas (Gil, 2002; 2008). Preparamos um roteiro de entrevista com perguntas pré-determinadas que permitissem aos participantes se expressarem livremente (Flick, 2013). As perguntas das entrevistas foram testadas com pesquisadoras do Grupo de Pesquisa “Educação Científica para transformação social”, do qual fazemos parte, e passaram por readequações, redundando no instrumento disponível no Apêndice B. Na sequência, fizemos contato com residentes e preceptores por e-mail para agendar as entrevistas pela Plataforma Teams, bem como para solicitar a permissão para gravá-las. As entrevistas ocorreram no período de 28 de novembro de 2023 a 28 de dezembro de 2023.

Elegemos a entrevista reflexiva, defendida por Szymanski, Almeida e Prandini (2011), considerando esta modalidade “um momento de construção de um novo conhecimento, nos limites da representatividade da fala e na busca de uma horizontalidade nas relações de poder” (p. 15), que busca principalmente o diálogo respeitoso e a participação de entrevistado e entrevistador na construção de significados.

Estas autoras justificam a interlocução reflexiva pois a fala do entrevistado é submetida tanto a compreensão do entrevistador no processo de transcrição do áudio para texto (e, se aplicável, a edição e formatação da entrevista) quanto ao próprio entrevistado, que pode retornar às questões discutidas e articulá-las de outra maneira em uma nova narrativa, a partir da narrativa e necessidade do entrevistador(a).

Para isso, as autoras recomendam que a dinâmica de realização das entrevistas reflexivas ocorra em dois momentos, a entrevista em si e, posteriormente,

um segundo encontro em que o entrevistador envia o conteúdo da entrevista na forma de texto para o entrevistado ler e, se desejar, modificar suas falas ou acrescentar mais informações. Na nossa pesquisa, solicitamos aos entrevistados que utilizassem o Revisor do Microsoft Word ou destacasse quaisquer modificação ou acréscimos com letras de cores distintas do texto original. Esta última etapa das entrevistas foi finalizada em meados de abril de 2024.

Além disso, Szymanski, Almeida e Prandini (2011) sugerem os seguintes momentos para a condução da entrevista, a saber:

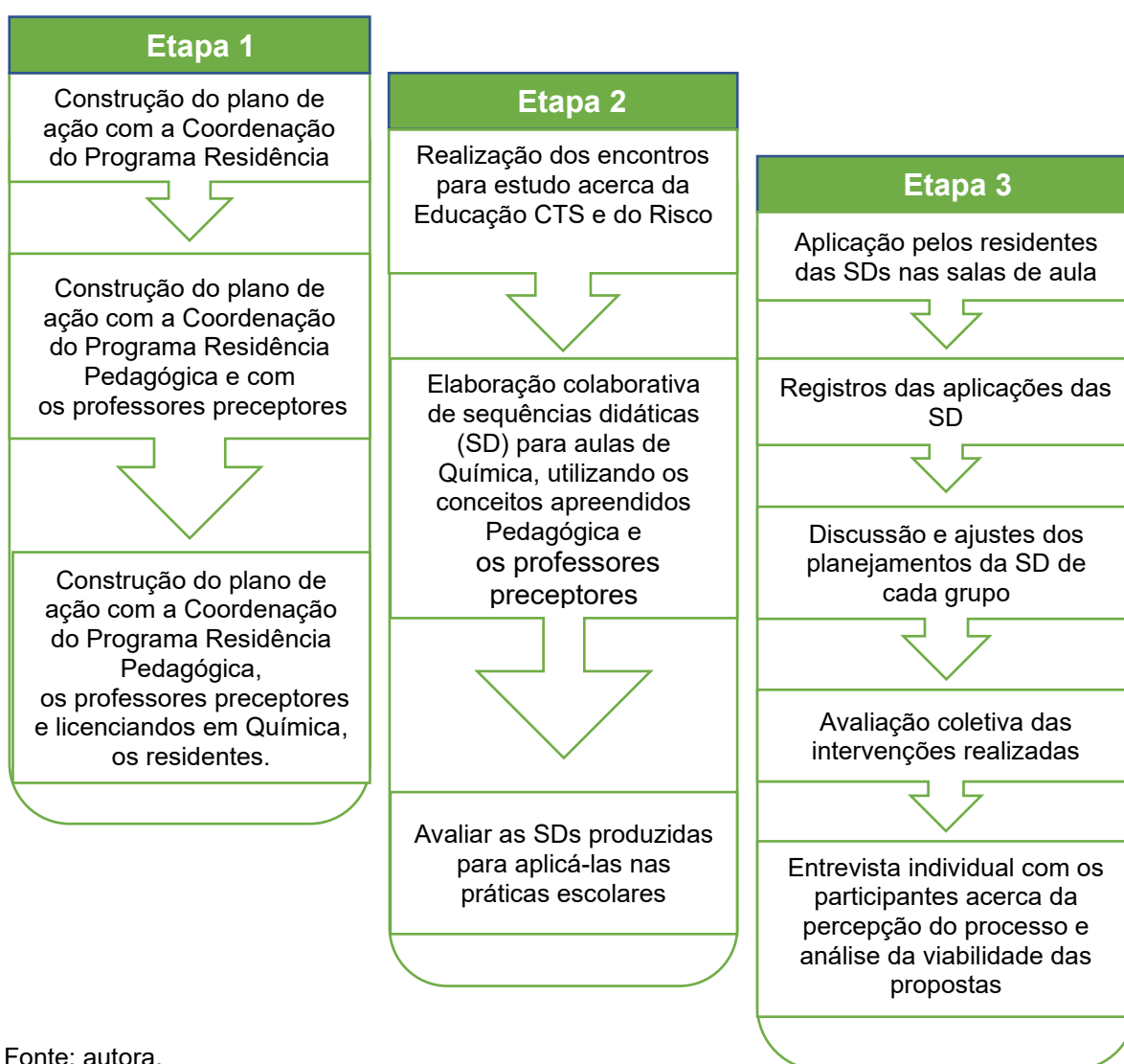
1. **Contato inicial:** o entrevistador se apresenta ao entrevistado, fornecendo-lhe informações sobre sua própria pessoa, instituição de origem e qual o tema de sua pesquisa. Ele solicita permissão para a gravação e concede abertura ao entrevistado para possibilidade de realizar as perguntas que desejar.
2. **Aquecimento:** estabelecimento de um clima mais informal a partir da apresentação mais pessoal e coleta de algumas informações a respeito do entrevistado.
3. **Apresentação da questão geradora:** questão cuidadosamente formulada para ponto de partida para o início da fala do entrevistado, destacando o ponto que se quer estudar e, ao mesmo tempo, ampliando o suficiente para que o entrevistado escolha por onde quer começar.
4. **Expressões de compreensão do entrevistador** – recursos formulados utilizados para manter o foco do problema estudado na pesquisa, nas formas de: elaboração de sínteses; questões de esclarecimento; questões focalizadoras e; questões de aprofundamento.
5. **Devolução:** o entrevistador submete ao entrevistado o texto da entrevista, e este procedimento é considerado pelas autoras “um cuidado em equilibrar as relações de poder na situação de pesquisa” (Szymanski, 2004, p. 55).

As características da entrevista reflexiva mostraram-se adequadas para o que nossa pesquisa tinha como objetivo, visto que possibilitou-nos ressaltar tanto a dimensão psicológica como a ética no processo de interlocução nossa com os residentes e preceptores, concedendo maior fidedignidade aos dados da pesquisa.

5.4 Campo de informação e plano operacional

Os procedimentos adotados na pesquisa estão esquematicamente representados na Figura 5, sendo dividido em três etapas. Destaca-se que algumas dessas fases são retomadas como meio para reflexão, ajuste e proximidade para o estudo proposto.

Figura 5: Síntese do percurso metodológico



Fonte: autora.

A Etapa 1 (3 encontros) foi constituída de 3 momentos:

- Construção do plano de ação com a Coordenação do Programa Residência Pedagógica.

- Discussão da proposta com a Coordenação do Programa Residência Pedagógica da Licenciatura em Química da UnB.
- Compreender o andamento da turma iniciada, características dos participantes e das escolas. Analisar a proposta inicial e adequá-la para as condições do campo da pesquisa.
- Agendar o segundo momento com os professores preceptores.
- Discussão da proposta com a Coordenação do Programa Residência Pedagógica da Licenciatura em Química da UnB e com os professores preceptores das escolas da Secretaria de Estado de Educação participantes do Programa.
 - Conhecer os professores preceptores e registrar compreensões acerca de ciência, tecnologia, risco e objetivos da educação científica, por meio de formulários eletrônicos, enviados no momento do convite. Reconhecer o ponto de partida das percepções individuais dos preceptores para preparar o processo de formação
 - Apresentar a proposta da pesquisa, registrar suas percepções, expectativas e, com isso, reformular a proposta.
- Discussão da proposta com a Coordenação do Programa Residência Pedagógica da Licenciatura em Química da UnB, os professores preceptores das escolas da Secretaria de Estado de Educação participantes do Programa e os licenciandos de Química (residentes).
 - Conhecer os licenciandos e registrar compreensões acerca de ciência, tecnologia, risco e objetivos da educação científica, por meio de formulários eletrônicos, enviados no momento do convite.
 - Apresentar a proposta da pesquisa construída até o segundo momento, registrar suas percepções, expectativas e com isso, reformular a proposta novamente.

Em continuidade, a Etapa 2 (12 encontros) foi constituída da: colocação dos problemas, lugar da teoria, hipóteses, seminários, saber formal/informal, coleta de dados, aprendizagem e plano de ação. Os encontros com a participação presencial com os licenciandos são marcados semanalmente e com os professores preceptores a cada 15 dias. Para essa etapa, apresentam-se os seguintes momentos:

- Estratégico (5 encontros)
 - Discussão da teoria fundamentadora da pesquisa.

- Diálogo acerca da teoria com os saberes formais e informais, a prática pedagógica, o campo da escola e interesse dos estudantes de acordo com o contexto de cada escola.
- Tático (7 encontros)
 - Elaborar de modo participativo três (3) sequências didáticas para utilização do conceito de risco nas aulas de Química. Optou-se por três exemplares, pois a expectativa é de participação em 3 escolas, com as temáticas: medicamentos, combustíveis e indústria.
 - Apresentação, discussão e ajuste das sequências didáticas.

Dito de outra forma, após apresentação da proposta de formação, delineou-se uma proposta de trabalho conjunta, para atingir tanto os objetivos da pesquisa quanto os de ensino. Em cada escola atuavam um preceptor com um grupo de 5 ou 6 licenciandos residentes. Desse modo, realizaram-se discussões sobre os aspectos teórico-metodológicos da Educação CTS e do risco sociológico. Em seguida, após a escolha das temáticas pelos residentes (Combustível – Grupo 1, Indústria – Grupo 2 e Medicamento – Grupo 3), foram elaboradas três sequências didáticas (SD), comprometidas com a inserção do risco para uma Educação CTS, contemplando conteúdos de química orgânica. As Sequências Didáticas (SD) foram apresentadas pelos residentes, havendo discussões e com isso, alterações para que em continuidade, as SD fossem aplicadas nas salas de aula por 4 semanas. Nesse período, os encontros semanais do grupo possibilitaram ajustes nas propostas de ensino.

Por último, realizou-se avaliação centrada nas análises reflexivas dos licenciandos acerca do processo e dos resultados alcançados no desenvolvimento das SD, tendo por critério os parâmetros e propósitos da Educação CTS (Strieder; Kawamura, 2017), os elementos do modelo educacional de risco (Schenk *et al.*, 2019) e aspectos da obra de Beck, (2011). Para isso, utilizou-se uma planilha orientadora com as especificações de cada um dos referenciais teóricos adotados, como apresentamos no Quadro 6.

Quadro 6 – Referencial para direcionamento e análise das sequências didáticas produzidas

Educação CTS			
Referencial			
Strieder e Kawamura (2017)	Parâmetros da Educação CTS	Racionalidade científica	(1R) explicitar a presença da ciência no mundo;
			(2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência;
			(3R) analisar a condução das investigações científicas;
			(4R) questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos;
			(5R) abordar as insuficiências da ciência.
		Desenvolvimento tecnológico	(1D) abordar questões técnicas;
			(2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade;
			(3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico;
			(4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias;
			(5D) discutir a necessidade de adequações sociais.
		Participação social	(1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia;
			(2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas;
			(3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas;
			(4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão;
			(5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas.
	Propósitos da Ed. CTS	Desenvolvimento de percepções	
		Desenvolvimento de Questionamentos	
		Participação social	
Schenk et al (2019) e Beck (2011)	Modelo conceitual de risco para a dimensão educacional	Risco	
		Conhecimento	
		Valores	
		Atividade	
		Incerteza	
		Gravidade	
		Consequência	
		probabilidade	
		Perspectiva Ambiental	
		Racionalidade científica e Social	
		Risco específico de classe	
		Riscos globalizados	
		Efeito bumerangue	
		Percepção X produção de riscos	
		Cegueira em relação aos riscos	
	Sociedade de Risco	As vozes dos efeitos colaterais	
		Desigualdade individualizada	
		Desemprego	
		Educação	
		Homem e Mulher	
		Cientificação simples e reflexiva	
		Desmonopolização do conhecimento	
		Supressão de causas ou tratamento de sintomas	
		Política e subpolítica	

Fonte: a autora.

A Etapa 3 inicia com a aplicação das sequencias didáticas (SD) produzidas, sendo realizadas nas escolas e registradas por meio de anotações do licenciando, do professor preceptor e do pesquisador. Durante a realização da aplicação das SD aconteceram três encontros para discussão amparados nos referenciais descritos no Quadro 6.

Após a realização da SD, os participantes avaliaram coletivamente a pesquisa (1º encontro) e foram entrevistados individualmente de maneira remota, acerca da percepção e viabilidade de uso do conceito de risco na prática pedagógica. Após esse momento, ocorreu a análise de dados, primeiramente, com auxílio do *software* Atlas TI para categorização do material coletado. Depois, adentramos na fase final de divulgação dos resultados com os participantes e demais interessados.

A *divulgação externa* decorre da análise **de dados** sistematizada, sendo para isso utilizado a **Análise Textual Discursiva (ATD)**.

5.5 Análise de dados

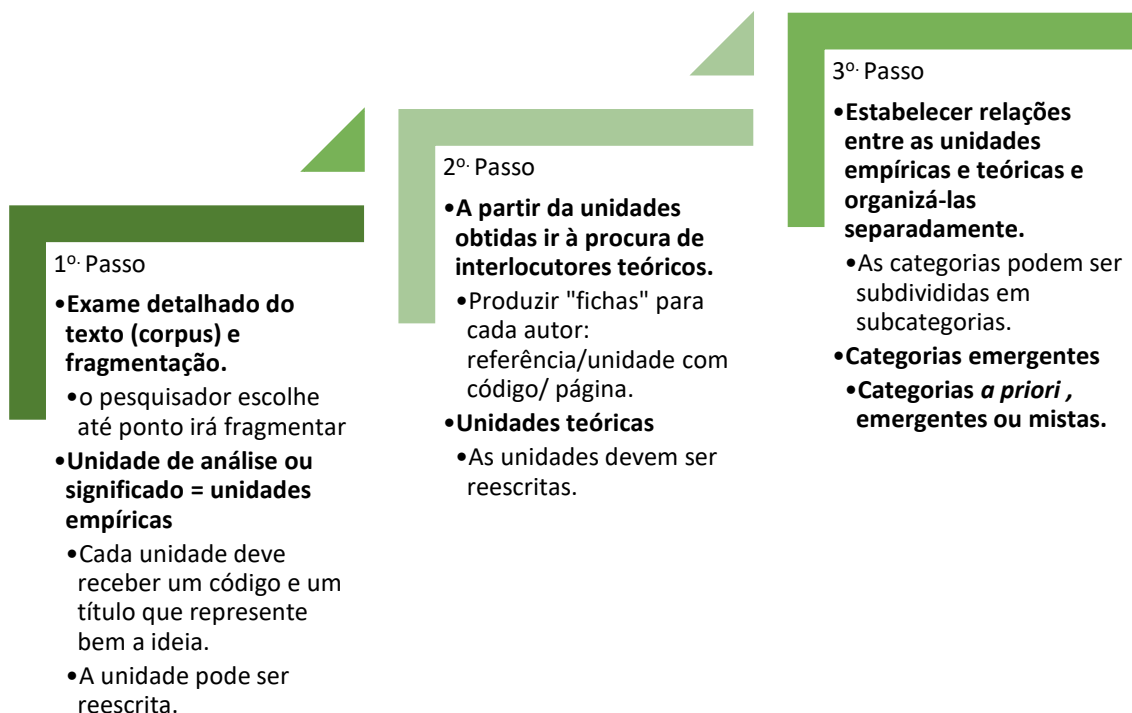
Para análise foram utilizadas as anotações dos encontros semanais e as onze entrevistas, sendo nove entrevistas dos residentes e duas dos preceptores. Esse número diverge do total de participantes da pesquisa devido aos seguintes fatores: do total de quinze (15) licenciandos, apenas onze (11) se dispuseram à entrevista e desses, somente nove (9) conseguiram participar efetivamente do PRP durante todo o período da pesquisa permanecendo com o mesmo preceptor. Por esta razão, consideramos para análise apenas dados de nove (9) residentes. Semelhantemente, durante às entrevistas, observamos que a troca do professor preceptor, que acarretou a mudança de escola por alguns residentes, limitou significativamente a avaliação de aspectos comparativos das sequências didáticas. Assim, tanto os dados gerados pelas entrevistas do novo professor preceptor bem como dos residentes que passaram a acompanhá-lo não foram incorporados à análise, mesmo tendo sido lidos.

Importa salientar que optamos pela entrevista reflexiva, cuja utilização só ocorreu após a aprovação da transcrição pelo entrevistado. Nessa etapa, foi possível alterar, complementar ou retirar trechos que refletidos novamente não representaram as ideias dos participantes. Segundo Szymanski, De Almeida e Prandini (2018), a devolutiva aprovada da transcrição mostra-se importante, como local de produção de

conhecimento interativo que envolve a interpretação do entrevistador e a intencionalidade do discurso do entrevistado.

Esta pesquisa fez uso da **Análise Textual Discursiva (ATD)**, metodologia que busca por novas compreensões sobre fenômenos e discursos. Esta escolha foi direcionada pelos princípios hermenêuticos e fenomenológicos compartilhados e pertencentes a todos os demais momentos da pesquisa. A hermenêutica, para Galiazzi e Sousa (2022), revelada por inúmeras nuances, destaca-se no compromisso em superar a perspectiva positivista de investigação e em interpretar, esclarecer e revelar sentidos daqueles fenômenos que aparecem à consciência viabilizando assim, a sua exploração. Quanto à segunda compreensão, “[...] Assume pressupostos da fenomenologia, de valorização da perspectiva do outro, sempre no sentido da busca de múltiplas compreensões dos fenômenos” (Moraes; Galiazzi, 2007, p. 80).

Na ATD, o pesquisador é ressignificado, sendo considerado participante, não apenas observador. Trata-se de uma metodologia, de acordo com Galiazzi e Sousa (2022), produz um discurso social, que ao analisar os dados levantados permite a produção de dados emergentes, não contemplados, algumas vezes, na fundamentação teórica do pesquisador, porém por sua relevância é convidada a buscar mais vozes para o debate, mesmo em fase da análise. Para os autores, é um processo em que um texto percorre três momentos, dois deles esquematizados na Figura 6. No primeiro momento, o texto ou *corpus* é desmontado, fragmentado, produzindo-se unidades de análise mais detalhadas que permitam essa busca de sentidos do texto; segundo esses fragmentos obtidos serão categorizados em três níveis (inicial, intermediária e final) postas numa interlocução com a fundamentação teórica ou com a necessidade de novas vozes.

Figura 6: Unitarização e categorização na Análise Textual Discursiva

Software utilizado para fragmentação do corpus

Para o primeiro passo, transpusemos todas as entrevistas, retirando identificação e atribuindo nova nomeação para o *software* ATLAS ti, cujo benefício ofertado em sua escolha permite ir marcando cada fragmento selecionada das entrevistas com uma denominação para aquela unidade empírica, em que posteriormente viabilizou o panorama de todas as entrevistas sobre a mesma unidade empírica. Este *software* colaborou com gráficos das maiores e menores ocorrências de unidades empíricas, viabilizando com isso, a facilidade de percepção de aproximações e distanciamentos que dialogarão com os interlocutores teóricos solicitados no segundo passo, levando à construção das unidades teóricas que fundamentaram as categorias discutidas.

A discussão das categorias, sejam elas *a priori*, emergentes ou mistas geraram o metatexto no terceiro momento, que são textos descritivos e interpretativos que surgem de outros textos. Ao final, elabora-se um metatexto, que decorrente da análise e discussão dos dados, retomando e respondendo à pergunta orientadora da pesquisa.

CAPÍTULO 6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos últimos cinco capítulos, fundamentamos a contribuição desta tese, considerando que os estudos sobre Risco colaboram para discussão e o enfrentamento de diversos impactos dos avanços científicos e tecnológicos, viabilizando o desenvolvimento de espaço crítico para se pensar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

De nossa parte, optamos pela colaboração advinda da perspectiva do pensamento social da Sociedade de Risco, mesmo não sendo uma teoria educacional, a defendemos como caminho articulado à Educação CTS. Poderíamos ter optado em percorrer exclusivamente a consolidada estrada da Educação CTS, bem como adotar somente a Sociologia do Risco, ambos caminhos sugeridos. No entanto, vislumbramos nos estudos iniciados em Beck (2011) e continuado por outros pesquisadores, o potencial de acesso e de esclarecimento a processos e/ou aspectos como tomada de decisão, participação social, não neutralidade da Ciência, falibilidade da Ciência, lugar político da Ciência, dentre outros, a partir da compreensão de riscos e dos conflitos em torno deles. Por outro lado, consideramos que só o pensamento social da Sociedade de Risco não daria conta da necessária mudança de perspectiva do ensino tradicional de Ciências, incluindo o currículo, os papéis do Professor, da Instituição de Ensino, dos cursos de formação docente e, conseqüentemente, do estudante.

Dessa maneira e, na confiança de que o risco aponta como caminho para Educação CTS, realizou-se, por um semestre letivo, uma formação em Risco e Educação CTS à professores da Educação Básica e licenciandos em formação, no contexto do Programa Residência Pedagógica (PRP) em Química, confrontando vivências, fundamentações, valores, construindo a muitas mãos práticas pedagógicas que almejam, de algum modo, romper com a estrutura tradicional de ensino e incorporar visões críticas das relações CTS articuladas ao Risco, bem como reflexões acerca dessas propostas, incluindo desafios, limites e contribuições.

A partir desta experiência, este capítulo tem por objetivo apresentar resultados e discussões acerca da análise das anotações referentes às discussões ocorridas durante a intervenção didática além das entrevistas de Residentes e Preceptores participantes do PRP – Química de uma universidade brasileira, juntamente com os

demais registros produzidos ao longo do período de Formação realizada durante o segundo semestre do ano de 2023.

Importa destacar que esta pesquisa aconteceu com o PRP em andamento, tendo os Residentes já experimentado a produção de material didático e vivenciado a prática pedagógica sob orientação de outras diretrizes. Assim, o contexto da análise, se dá sob forte avaliação entre práticas pedagógicas sem e com formação em Educação CTS/Risco. Dessa maneira, pode-se observar que os discursos dos entrevistados aqui apresentados, estão fortemente marcados por esse contexto comparativo, pois são decorrentes da produção de duas **Sequências Didáticas (SD)**. As primeiras, com presença de alguns aspectos CTS, mas sem formação e orientação para tal desenvolvimento e a segunda, a partir da formação e da centralidade das ações pedagógicas em CTS/Risco.

6.1. Intervenção

Como resultado das anotações registradas durante a produção e aplicação das Sequências Didáticas, que são três SD distintas, tem-se o grupo 1 (G1), a partir da temática combustíveis, que problematizou questões do transporte público, da produção de CO₂, dos riscos das mudanças climáticas e do efeito estufa. Na SD do Grupo 2, com temática indústria, as aulas foram desenvolvidas em módulos individuais para segmentos da indústria. Essa dinâmica foi adotada para enfrentar a pouca assiduidade dos estudantes nas aulas. A SD questionou o que é indústria, como ocorreu seu avanço no Brasil e como eles percebem a poluição provenientes da produção de petróleo, álcool etílico, sabão e fertilizantes. A proposta de G3, da temática medicamentos, analisou os riscos da automedicação e os aspectos culturais relacionados.

Sendo assim, em diálogo com os residentes, foi observado em todos os grupos o excesso de conteúdo químico em detrimento da temática.

6.1.1. Grupo 1

Os residentes apresentaram uma proposta que inicialmente mostrou-se preocupada em discutir a manipulação de informações que ocorre nas redes sociais acerca das mudanças climáticas, a partir de um texto contendo “*fake news*” em que ocorre a defesa do aquecimento global como um mito. Desse modo, destacaram para

a importância da compreensão das fontes de pesquisa adotadas e alertaram para aspectos que transmitem credibilidade (discurso de autoridade, uso de termos da ciência, apelo emocional) por tais bases informacionais. Ainda, como início, uma outra atividade sugerida foi a utilização da produção cinematográfica americana de 2021: “*Não olhe para cima*” ou “*Don’t Look Up*”, para trazer questões como: o porquê da sociedade não se mobilizar com o alerta dos cientistas, quais as dificuldades enfrentadas, dentre outros.

As aulas 2 e 3 foram direcionadas sobre forte compromisso com o conteúdo, sendo a temática retomada na aula 4 com a solicitação de uma atividade avaliativa em que o estudante teve que construir um portfólio que contemplasse os riscos decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico relacionado à combustíveis. As demais aulas seguiram sob a mesma estrutura da aula 4, com os encontros centralizados nos conteúdos de Química Orgânica e a construção do portfólio viabilizando a reflexão sobre a relação CTS que envolve a temática.

Uma das sugestões feitas ao G1 foi incluir debates que contemplasse os limites individuais e as responsabilidades institucionais, questionando quais políticas de incentivo são adotadas. Com isso, após a discussão e ajustes da proposta deste grupo a ser aplicada, o resultado da análise é descrito no Quadro 7, indicando a compreensão sobre as abordagens que os residentes entenderam que alcançaram. Os aspectos utilizados para essa análise, materiais da fundamentação teórica, foram discutidos durante todas as etapas e sintetizados na avaliação apresentada no Quadro 6.

Quadro 7 - Resultados das análises dos grupos após a aplicação das Sequências Didáticas

Educação CTS						
Referencial				Grupos		
				1	2	3
Strieder e Kawamura (2017)	Parâmetros da Educação CTS	Racionalidade científica	(1R) explicitar a presença da ciência no mundo;	X	X	X
			(2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência;	X	X	X
			(3R) analisar a condução das investigações científicas;	X	-	X
			(4R) questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos;	X	X	X
			(5R) abordar as insuficiências da ciência.	-	-	-
		Desenvolvimento tecnológico	(1D) abordar questões técnicas;	X	X	X
			(2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade;	X	X	X
			(3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico;	X	X	X
			(4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias;	-	-	X
			(5D) discutir a necessidade de adequações sociais.	-	-	-
		Participação social	(1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia;	-	X	X
			(2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas;	-	X	X
			(3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas;	-	X	-
			(4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão;	-	-	-
			(5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas.	-	X	-
	Propósitos da Ed. CTS	Desenvolvimento de percepções		X	X	X
		Desenvolvimento de Questionamentos		X	X	X
		Participação social		-	-	-
Schenk et al (2019)	Modelo conceitual de risco para a dimensão educacional	Risco				
		Conhecimento		X	X	X
		Valores		X	X	X
		Atividade		X	X	X
		Incerteza		X	-	X
		Gravidade		X	X	X
		Consequência		X	X	X
		probabilidade		-	X	X
		Perspectiva Ambiental		X	X	-
		Racionalidade científica e Social		X	-	X
	Sociedade de Risco	Risco específico de classe		X	X	X
		Riscos globalizados		X	X	-
		Efeito bumerangue		X	-	-
		Percepção X produção de riscos		X	X	X
		Cegueira em relação aos riscos		X	X	X
		As vozes dos efeitos colaterais		X	X	-
		Desigualdade individualizada		X	X	X
		Desemprego		-	X	-
		Educação		X	X	X
		Homem e Mulher		-	-	-
		Cientificação simples e reflexiva		X	-	X
		Desmonopolização do conhecimento		X	X	-
		Supressão de causas ou tratamento de sintomas		X	X	X
		Política e subpolítica		X	X	-
Beck (2011)						

Fonte: a autora.

Desse modo, a partir desse espectro, os níveis de racionalidade científica e desenvolvimento tecnológico foi ampliado e os residentes consideram que não atingiram a participação social, por a discussão em sala de aula ter sido distante dos níveis descritos pela matriz. Tomando o Modelo de Schenck *et al.* (2019) para análise inicial, notou-se a carência do elemento valor para composição estrutural. Com os ajustes, o grupo considera que somente a perspectiva da probabilidade foi pouco desenvolvida na SD.

Considerando o risco a partir de Beck (2011), o prisma ambiental e racionalidade científica e social foram percebidas inicialmente e após a aplicação somente duas discussões foram reconhecidas como não desenvolvidas: a questão do desemprego e das diferenças no mercado de trabalho entre homens e mulheres.

A discussão sobre racionalidade científica e desenvolvimento tecnológico pode ser exemplificada no trecho do plano de aula nº 4 que orientou os estudantes a construírem o portfólio pesquisando sobre o processo de formação do petróleo, as guerras motivadas por esse material e como o Brasil o explora.

Os **conflitos** alimentados pela disputa por petróleo no mundo revelam a luta pela descolonização da exploração do petróleo, haja vista o direito das nações disporem livremente dos seus próprios recursos naturais. Porém, os países responsáveis desde a perfuração do solo até o seu refino reivindicam o direito de seus próprios investimentos - em todos os casos, investimentos de bilhões de moedas. Ao longo das últimas décadas o cenário **geopolítico do petróleo** permanece caloroso, principalmente pela enorme fonte de lucro que essa matéria-prima garante (plano de aula nº 4).

Embora o terceiro nível da matriz, participação social não tenha sido contemplada na aplicação das SD, observa-se no planejamento a preocupação em atingi-lo por meio da inserção da compreensão dos riscos. Destaca-se também a inclusão, após a sugestão, com o elemento valor, por meio do levantamento de percepções e registro de opiniões nas redes sociais.

Formar os grupos no dia do debate, não sabendo como vai ser a dinâmica, invisibilidade dos riscos, valores e preços de cada combustível, acessibilidade do combustível, trabalho escravo relacionado à produção dos combustíveis, direcionar as perguntas dos alunos e as falas para uma educação científica e sobre a natureza da ciência, incentivos políticos e econômicos para a comercialização de determinados combustíveis, disponibilidade na natureza, entrevistar os pais e vizinhos sobre carros movidos a gás de cozinha, publicar nas redes sociais imagens sobre os conteúdos das aulas e pedir para eles comentarem no post sobre o conteúdo que a imagem instiga a refletir (Plano de aula nº 9).

A triangulação ocorrida no ambiente do PRP – Química, evidenciou importantes trocas formativas entre os residentes e os preceptores. No entanto, destaca-se a resistente cultura conceitual do ensino de ciências, em que o conteúdo orienta ou mede o sucesso pedagógico, exemplificado no discurso do Preceptor A.

Nós não chegamos nunca ao final da aula, pois todos querem participar com opiniões sobre as questões levantadas. Isso acontece até na turma mais complicada. Eles estão conseguindo absorver e debater. Então tem sido uma experiência muito positiva em todas as turmas, mas as aulas vão ficando **atrasadas**, pois não podemos cortá-los (Preceptor A).

6.1.2 Grupo 2

A proposta do Grupo 2, inicialmente de mesma temática do Grupo 1 e logo depois adaptada para indústria deslocou-se de forte comprometimento com a parte conceitual dos conteúdos para um estratégico desenvolvimento das aulas em módulos individuais por cada tipo de indústria, como meio de enfrentamento ao problema de falta de assiduidade dos estudantes, o que trouxe um olhar atento para a presença da temática em cada aula. A sequência didática iniciou questionando o que é indústria, como surgiu, os avanços da indústria no Brasil, como se dá a poluição industrial, seguindo sobre as indústrias de petróleo, de álcool, de sabão e de fertilizantes.

Fundamentados em Beck (2011), foram sugeridas algumas intervenções no sentido de contribuir com a proposta: a escolha do melhor combustível precisa ser compreendida nos limites individuais e coletivos; nas políticas estabelecidas para a produção; riscos percebidos e invisibilizados pela estrutura social; no alcance das ciências naturais e em quais outras vozes precisam participar desse debate.

Assim, realizada as adaptações da proposta inicial, este momento foi caracterizado por grande alcance dos Parâmetros descritos por Strieder e Kawamura (2017), incluindo a participação social. No entanto, esse mesmo critério como propósito não foi reconhecido na SD como é registrado no Quadro 8.

As perspectivas do modelo educacional para o trabalho com risco na Educação em Ciências, defendidas por Schenk *et al.* (2019), foram contemplados em sua maioria nas SDs desenvolvidas no curso desta investigação, exceto a incerteza. Importa destacar que de acordo com estes autores, a perspectiva da incerteza é também parte indissociável do risco, não o entendendo reduzido apenas à probabilidades ou às consequências mensuráveis, mas envolvendo interpretações abertas, contextos socioculturais e diferentes percepções dos sujeitos, em que a

complexidade intersecciona o debate. Ao não contemplar a dimensão da incerteza, as SDs acabam por privilegiar uma visão mais técnica do risco, não alcançando a plenitude do potencial crítico da discussão sobre a multiplicidade de formas de compreender e lidar com situações reais. A abordagem da incerteza nas discussões pode colaborar no desenvolvimento de competências relacionadas à tomada de decisão em contextos de complexidade, ambiguidade e imprevisibilidade, que são próprios da vida em sociedade. Entendemos que contemplar todas as perspectivas do modelo educacional de Schenk *et al.* (2019) é resultado da continuidade e constância da inserção do risco na educação científica em todos os níveis de ensino.

Dentre as discussões apresentada em Sociedade de risco (Beck, 2011), três aspectos não foram contemplados segundo o Grupo 2: racionalidade científica e social, o que diverge da análise do parâmetro de racionalidade; diferenças entre homens e mulheres no mercado de trabalho e, por fim, a cientificação simples e reflexiva, novamente em discordância com o parâmetro da racionalidade científica da matriz de Strieder e Kawamura (2017). Tais discordâncias são apontadas como pontos de fragilidade da fundamentação teórico metodológica em risco, como meio de identificação do critério no trabalho realizado.

6.1.3 Grupo 3

Por fim, a proposta Grupo 3, a partir da temática medicamentos, analisou os riscos da automedicação e os aspectos culturais relacionados, que, inicialmente, foram vinculados fortemente à perspectiva conceitual. Para essa SD foi sugerido que o ponto de partida fosse a compreensão da lógica de produção da indústria farmacêutica. Assim, o Grupo 3 saiu do segundo nível hierárquico da racionalidade científica, do primeiro nível da matriz quanto ao desenvolvimento tecnológico e do segundo nível de participação social e alcançou o nível 4 para racionalidade científica e desenvolvimento tecnológico e manteve o segundo nível da participação social. Nessa temática, os valores são fortemente expressos, devendo ser um elemento central para compreensão crítica do debate. Acerca dos aspectos trazidos por Beck (2011), foram percebidas fragilidades ou ausências quanto à: perspectiva ambiental, riscos globalizados, efeito bumerangue, desemprego, diferenças entre homens e mulheres no mercado de trabalho e do lugar político e subpolítico da ciência.

De modo geral, os grupos alcançaram os níveis de racionalidade científica e desenvolvimento tecnológico, mas julgaram não ter atingido a participação social,

parâmetros de Strieder e Kawamura (2017). Tomando o Modelo de Schenck *et al.* (2019), a perspectiva da probabilidade foi pouco desenvolvida. Já sobre o risco de Beck (2011), houve aproximação da perspectiva ambiental, dos riscos globalizados e do efeito bumerangue. As racionalidades científica e social desenvolveram-se adjacente às discussões sobre a percepção e a produção de riscos, da cegueira em relação aos riscos e das vozes dos efeitos colaterais.

Notou-se que os grupos tiveram dificuldade em desenvolver ações com participação social, parâmetro importante tanto para Strieder e Kawamura (2017) como no modelo educacional de Schenk *et al.* (2019). Vislumbrou-se como possibilidade de superação desse limite o aprofundamento das discussões baseados em Beck (2011), que evidenciam os riscos específicos de classe, o enfretamento das desigualdades, antes organizados em classe, para formas mais individualizadas, além do crescente fenômeno do desemprego e do subemprego flexível, da discrepância de oportunidades para homens e mulheres e do local político e subpolítico da ciência. Tais discussões são relatadas pelos três grupos como forte obstáculo para inserção nas SD, uma vez que a formação docente carece de fundamentação nesses temas. Destacou-se também a dificuldade dos residentes em superar a centralidade de conteúdos químicos, em detrimento de aspectos da educação CTS perpassado por riscos.

Foi evidente a necessidade de ressignificar o papel da ciência, incluindo a compreensão dos limites e da colaboração do conhecimento científico, por entender que o desprendimento disciplinar e a visão multidisciplinar viabilizam o ensino voltado à reflexividade necessária no combate das desigualdades, cada vez mais enfrentadas de maneira individualizada. São situações em que a educação não pode ser omissa para a manutenção da lógica de culpabilização dos sujeitos diante de riscos coletivos que desoneram o Estado e fortalecem o mercado. Essa análise aponta que a Educação em Ciências, pautada nos objetivos da Educação CTS, coloca-se como uma importante aliada no desenvolvimento de uma sociedade reflexiva e mais bem preparada para lidar com os riscos da modernidade.

Assim, com a aplicação das sequências didáticas dos três grupos algumas aproximações entre os referenciais adotados durante as discussões foram registradas e organizadas no Quadro 8.

Quadro 8 - Aproximações entre os referenciais adotados para a produção das sequências didáticas

Parâmetros e propósitos da Educação CTS	Detalhamento dos Parâmetros Educação CTS	Elementos do modelo educacional de Risco	Sociedade de Risco
Racionalidade científica e Desenvolvimento de percepções	(1R) explicitar a presença da ciência no mundo; (2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência; (3R) analisar a condução das investigações científicas; (4R) questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos;	Conhecimento	Racionalidade científica e Social Percepção X produção de riscos Cegueira em relação aos riscos As vozes dos efeitos colaterais Cientificação simples e reflexiva Desmonopolização do conhecimento Supressão de causas ou tratamento de sintomas
	(5R) abordar as insuficiências da ciência.		
Desenvolvimento Tecnológico e Desenvolvimento de Questionamentos	(1D) abordar questões técnicas; (2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade; (3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico; (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias; (5D) discutir a necessidade de adequações sociais.	Valores	Perspectiva Ambiental Riscos globalizados Efeito bumerangue
Participação social	(1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia; (2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas; (3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas; (4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão; (5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas.	Atividade	Risco específico de classe Desigualdade individualizada Desemprego Educação Homem e Mulher Política e subpolítica

Fonte: a autora.

6.2. Entrevistas

Para a análise das entrevistas individuais, buscou-se, inicialmente, a partir da leitura extenuante das entrevistas, identificar **Unidades Empíricas (UE)** que estivessem vinculadas aos objetivos da tese. Com isso, nove aspectos foram priorizados para localização no material de análise, sendo eles:

- a) percepção inicial sobre ciência
- b) experiência e formação acadêmica em CTS
- c) percepção inicial sobre CTS
- d) percepção depois do Programa de Formação em CTS/Risco
- e) compreensão sobre o conceito de Risco
- f) contribuições do conceito de Risco
- g) desafios do trabalho com o conceito de Risco
- h) possibilidades das relações Risco e CTS
- i) impressões sobre o trabalho com Risco e CTS

Em seguida, com o processo de codificação das **Unidades Empíricas (UE)** concluído, observou-se a predominância temática entre algumas dessas unidades, o que levou a construção das **Categorias** de análise, cujo diálogo com o referencial teórico apresentado nos capítulos antecessores, fundamentaram a discussão e as contribuições deste trabalho. Denominamos de predominância temática a recorrência de um tema como elemento central nas Unidades Empíricas.

6.2.1 Processo de codificação

Foi realizado a análise de onze entrevistas, sendo nove, dos residentes e duas, dos preceptores por meio do *software* ATLAS ti. Esse recurso facilitou a visualização dos códigos da Unidades Empíricas, a localização de aproximações e distanciamentos que nortearam a etapa de categorização.

As doze Unidades Empíricas utilizadas para a codificação foram apresentadas no Quadro 9. As múltiplas cores observadas foram utilizadas como meio facilitador de reconhecimento de trecho nos textos gerados das entrevistas.

Quadro 9 - Códigos das Unidades Empíricas

12 Unidades Empíricas adotadas na análise de dados
1. Visão sobre a ciência
2. Primeiro contato com a Educação CTS
3. Mudança de paradigma
4. Transdisciplinaridade
5. Classificação da Educação CTS
6. Experiência CTS antes da Formação CTS/Risco
7. Dificuldades enfrentadas na Formação CTS/Risco
8. Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco
9. Perspectivas levantadas sobre o Risco durante a Formação CTS/Risco
10. Contribuições da Formação triangular do PRP - Química
11. Dificuldades enfrentadas na Formação triangular do PRP - Química
12. Confronto geracional entre os participantes da Formação triangular do PRP-Química

Fonte: a autora.

6.2.2 Processo de Categorização

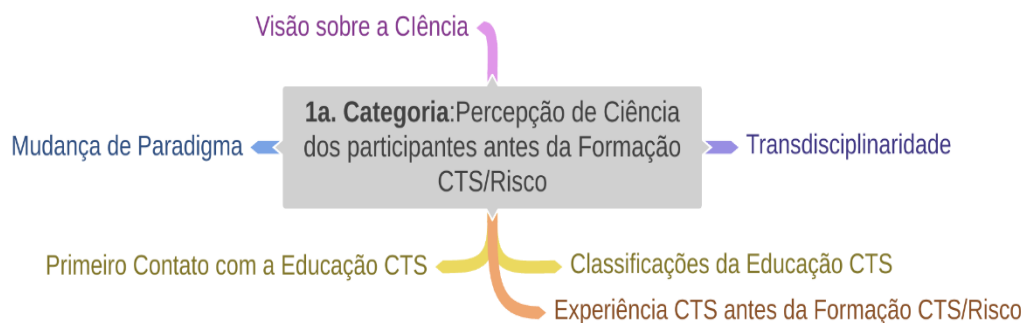
Após a conclusão do Processo de Codificação, algumas aproximações promoveram reflexões acerca de uma temática que direcionaram o Processo de Categorização. A **Primeira Categoria** contemplou discussões que registraram a compreensão sobre Educação CTS, a visão sobre Ciência e outros aspectos com os quais os participantes se apresentaram ao Programa Residência Pedagógica (PRP) antes do início da nossa participação no Processo Formativo. A **Segunda Categoria** discutiu acerca dos limites defrontados na Formação CTS/Risco. Enquanto a **Terceira Categoria** buscou evidenciar avanços acerca da Formação em CTS/Risco vivenciada. Por fim, a **Quarta Categoria** discutiu as trocas formativas entre os participantes do PRP.

6.3. Primeira Categoria

A **Primeira Categoria** intitulada **Percepção de Ciência dos participantes antes da Formação CTS/Risco**, abarcou as Unidades Empíricas Visão sobre a Ciência, Primeiro Contato com a Educação CTS, Mudança de Paradigma,

Transdisciplinaridade, Classificações da Educação CTS e Experiência CTS antes da Formação CTS/Risco, como mostra a Figura 7.

Figura 7: Primeira Categoria e as Unidades Empíricas constituintes



A unidade empírica Primeiro contato com CTS revelou que foram poucas as disciplinas no curso de Licenciatura em Química que oportunizaram os residentes a refletirem a relação CTS e que os prepararam para elaboração de ações pedagógicas contemplando o espectro CTS. Em algumas falas das entrevistas, os residentes referem-se às disciplinas obrigatórias do Curso de Graduação, como: de Prática de Ensino de Química 1 e 2 e Prática Interdisciplinar de Ensino de Química 1 e 2 e a disciplina obrigatória-seletiva Filosofia da Ciência e Ensino Ciência-Tecnologia-Sociedade. Algumas das disciplinas de Prática como componente curricular do curso de Licenciatura em Química são organizadas abordando Educação CTS, Aspectos Sociocientíficos e Divulgação Científica. Com relação aos preceptores acerca da mesma UE, o primeiro contato com CTS de ambos, foi de maneira geral, apenas comentários durante a graduação, ou referência a uma recordação de um trabalho em desenvolvimento na Universidade que estudou ou ainda, a lembrança de algum professor que começava a divulgar o Movimento CTS à época. Com isso, os dois preceptores entenderam como primeiro contato com a fundamentação da Educação CTS, apenas décadas depois da conclusão da graduação, em cursos de especialização.

Diante desse contexto, consideramos que o Programa Residência Pedagógica, foi uma oportunidade ímpar para retomar a Educação CTS (agora associada ao Risco) para aqueles que já tinham estudado anteriormente ou mesmo para introduzir os demais residentes e preceptores que, porventura, não conhecessem o assunto. A experiência vivida mostrou-se adequada como momento de formação

inicial e continuada, aparecendo nas citações dos residentes B1 (CIT1), B3 (CIT2) e Preceptor C (CIT3), respectivamente.

CIT1: Mudou muito na residência pedagógica. Inclusive, o divisor de águas foi a professora [X] e a Residência Pedagógica, pois foi a primeira vez em que eu ouvi falar sobre uma ciência falível. Foi a primeira vez que eu ouvi falar sobre uma ciência que tem uma interferência humana. Antes, eu sempre tinha uma concepção alternativa de que a ciência era infalível, indubitável. Pensava que não havia nenhum tipo de influência filosófica ou pessoal, de pensamentos do autor. (Residente B1)

CIT2: Não, agora, com certeza, eu tenho mais, assim, mais ideia, mais bagagem, mais noção do que é o Ensino CTS do que antes, né, porque, assim, antes de eu entender mesmo, né, naqueles primeiros momentos, eu achava, ah, CTS, ciência e tecnologia, então, levar o menino pra uma visita técnica na CAESB, pedir pra ele fazer uma resenha, é Ensino CTS. (Residente B3)

CIT3: Não, nunca tive contato com a Educação CTS. Deixa eu ver. Eu acho que no ano 2000, os professores da área de educação da UnB, eles fizeram... tinha uma especialização. Eu comecei a fazer e não concluí. (Preceptor C)

Embora no processo de formação inicial, a Educação CTS tenha ainda uma abordagem restrita a poucas disciplinas da graduação, como é exemplificado pelo Residente B4, por meio da citação CIT4 e vinculada à UE Experiência CTS antes da Formação CTS/Risco; o que presenciamos foi uma participação mais efetiva daqueles que tiveram conhecimentos anteriores, a partir da problematização sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade e ainda com reflexões e críticas sobre a visão tradicional da ciência, pois trouxeram debates sobre a neutralidade e as intencionalidades da CT, dentro outros. Tais aspectos foram registrados normalmente a partir de duas unidades empíricas: Visão sobre a Ciência e Mudança de Paradigma, como exemplificado nas citações do Preceptor C (CIT5), do Residente B1 (CIT6) e do Residente B5 (CIT7).

CIT4: CTS mesmo, eu tive uma disciplina com o professor [Y] já, praticamente, enquanto estava começando a Residência, que foi análise de recursos didáticos, e aí nessa disciplina um dos grupos apresentou sobre o CTS, mas aí não foi o meu grupo, o meu grupo ele ficou responsável por apresentar a utilização de filmes, então trabalhar **CTS mesmo, eu nunca tinha trabalhado, foi uma das primeiras vezes, né?** Se eu não me engano. (Residente B4)

CIT5: Aí começou a mudar a minha perspectiva sobre ciência. Sobre esse embricamento entre ciência, tecnologia e sociedade. Mas, a gente tem que pensar que esse foi o primeiro contato de fato que eu tive com esse nome. (Preceptor C)

CIT6: Eu acho que antes do meu contato eu via mais **como uma coisa mais distante, uma coisa separada da sociedade, e uma coisa muito isolada**, sabe? Uma coisa que a só quem era totalmente da área, que conseguia fazer esse tipo de pesquisa, sei lá, imaginava tipo uma utopia, sabe? O cientista separado da sociedade. É isso. Nesse sentido assim, mais ou menos. (Residente B2)

CIT7: Eu não sei se o termo positivista é o que eu adequado para isso, mas era a versão clássica. **A ciência era a verdade, que ela era tudo, que os cientistas eram brilhantes e que eles propunham soluções, que eles iam salvar o mundo**, todas essas coisas. Mesma coisa para tecnologia, nunca tive um olhar crítico para isso, para pensar em olhar essas coisas sem ser de uma forma dicotômica, sem ser um bom e mal. Eu atribuo isso muito a meu ensino básico, porque na escola, a minha educação era voltada exclusivamente para passar no vestibular. (Residente B5)

A Unidade Empírica Transdisciplinaridade foi associada como uma demanda do trabalho CTS, como exemplifica o Preceptor B na citação CIT8. Nesse sentido, voltamos a Bursztyn e Pietrocola (2019) que destacam a urgência de ultrapassar a especialização ou as áreas do conhecimento, estabelecendo um contexto interdisciplinar que emerge do intercâmbio entre diferentes disciplinas no ambiente escolar, sem que haja uma hierarquia nas vozes. E no desenvolvimento dessa defesa, esses autores sugerem, através da transdisciplinaridade, a superação das barreiras institucionais e a inclusão de fatores externos a esse ecossistema, almejando a união de saberes práticos, da inteligência coletiva, do conhecimento social, da sabedoria popular, entre outros. A partir desse panorama, uma disciplina deve integrar-se na coprodução de saberes. A transdisciplinaridade não desconsidera a relevância da interdisciplinaridade, que se manifesta quando as áreas do conhecimento dialogam dentro do mesmo contexto institucional, visto que esse é um espaço valioso para a definição de estratégias, sendo fundamental refletir sobre as contribuições de cada disciplina, sem, entretanto, restringi-las ou favorecê-las dentro de suas definições.

CIT8: [...] porque como a gente já falou antes, demanda tempo, ... **A gente também, para trabalhar o CTS, tem que fazer uma pesquisa muito grande. Você tem que ter conhecimento de outras áreas. É uma parte muito interdisciplinar e transdisciplinar.** E ela se completa o tempo todo. Então, você tem que estar sempre estudando ali para fazer as conexões necessárias. (Preceptor B)

A Unidade Empírica Classificação da Educação CTS foi reconhecida pelos entrevistados por meio das colaborações advindas da experiência e dos materiais (artigos, slides, mapas mentais, quadros organizadores etc.) que compartilhamos com o grupo. Também foi ressaltada a consciência sobre os níveis de aprofundamento das

propostas, levando a diferenciações e exclusões no campo CTS como se pode observar nas CIT9, CIT10 e CIT11.

CIT9: É óbvio, se a gente for pensar em **tipos de abordagem CTS, umas mais profundas, outras menos, a nossa foi superficial**. Porque eu sei que o interessante é que parta de uma demanda da própria sociedade, do próprio conjunto de alunos e tudo, seria muito mais interessante. Mas foi o que apareceu. Vamos fazer isso, vamos fazer aquilo. E aí nós fomos juntando com as próprias experiências dos meninos. (Preceptor C)

CIT10: Porque às vezes a gente fica tipo assim, contextualizei, já fiz bastante coisa. **Mas afirmar que é CTS tem que ter uma certa segurança, né? E aí eu acho que, sem dúvida, o fato de estar tendo esses referenciais teóricos, que trabalham várias questões, eu acho que aquela planilha organizadinha de coisas que ajudam, parâmetros que ajudam a gente a definir o que é você trabalhar o risco e o CTS**, eu acho que é algo que eu vou revisitar em algum momento, talvez para fazer um planejamento e pensar, nossa, eu consigo falar sobre isso nesse tema. E sem dúvida, se eu não tivesse tido esse contato, eu não pensaria nisso. (Residente C4)

CIT11: **Antes eu tinha uma concepção informal, o que é contextualização, a CTS não é algo informal, não é qualquer coisa que é CTS**. Não dá para se enquadrar e falar, fiz aqui uma aula temática e isso é CTS. Tem pressupostos, né? E acredito que tenha sido isso. A noção da complexidade, disso tudo. (Residente B1)

Um dos trabalhos que referenciaram as práticas ocorridas no PRP juntamente com Sociedade de Risco (Beck, 2011) foi o das pesquisadoras Strieder e Kawamura (2017), que consiste na análise de “perspectivas educacionais e diferentes maneiras de abordar as relações CTS” em contexto escolar. Nesse trabalho, as autoras propuseram uma matriz de referência com parâmetros da Educação CTS, que permitem sintetizar os diferentes olhares para os debates acerca da ciência, da tecnologia, da sociedade, e dos propósitos, que possibilitam analisar diferentes perspectivas educacionais e seus significados. A “planilha organizadinha”, aludida pelo Residente C4 na CIT10, refere-se a matriz que Strieder e Kawamura apresentam no artigo destacado.

As aproximações percebidas entre as Unidades Empíricas constituintes da Primeira Categoria são caracterizadas pelo recente acesso à Educação CTS, discutido anteriormente por Santos *et al.* (2019). Estes autores apontam como limites encontrados para uma efetiva Educação CTS fatores como: i) as diversas compreensões dos professores sobre a relação CTS; ii) a resistência para aceitação e envolvimento dos professores, que os autores associam a uma formação inicial distante de uma abordagem CTS; iii) a questão tempo para preparo das aulas, que é um aspecto negligenciado e denunciado na Segunda Categoria e, iv) a preocupação

com uma aprendizagem com menos conceitos, fator referido também na Segunda Categoria, pois levaria a um distanciamento da identidade profissional validada culturalmente.

Com isso, mesmo após quase quatro décadas de Educação CTS, deparamo-nos com uma discreta participação do Movimento CTS na formação docente (Machado; Ibraim, 2024). Dessa forma, relacionamos os aspectos apontados nas citações da **Primeira Categoria** às compreensões de Pedrosa e Henriques (2003), que entendem a dificuldade de se realizar um ensino de ciências comprometido com a alfabetização científica se dá pela predominância de cultura enrijecida e tradicional de fazer e ensinar ciências. Com isso, estas autoras sugerem a implementação de práticas que incluam valores associados a atividades científicas e tecnológicas, a interrelações CTS pressupondo concepções epistemológicas, que rompam com o modelo de neutralidade e soberania da ciência, bem como a configuração rígida dos papéis para professores e estudantes da escola tradicional. Além disso, as autoras alertam para a importância de políticas educacionais que priorizem formação profissional que permita experimentação, discussão e inovação das práticas pedagógicas.

A percepção enrijecida que deve ser combatida, segundo Pedrosa e Henriques (2003), é discutida por Zeichner (1993) pelo termo “reflexão docente”, cuja defesa ocorre juntamente com a denúncia de que muitas vezes os professores são compreendidos como profissionais técnicos e passivos que devem atender metas estabelecidas por terceiros que não vivenciam a especificidade de cada sala de aula.

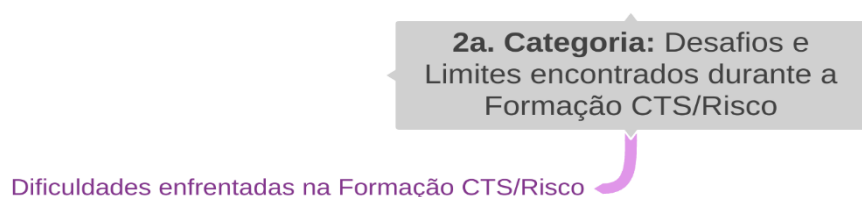
Dewey (2010) entende a capacidade reflexiva docente como meio potencial de enfrentamento das dificuldades e especificidades do contexto profissional. Acerca da formação docente reflexiva, Binatto, Chapani e Duarte (2015) apontam que esta precisa ser percebida quanto à racionalidade fundamentadora, que pode ser técnica, prática ou crítica.

Assim, tentando contribuir para o progresso da Educação CTS nas salas de aulas de Educação em Ciências, nos propomos a trazer o Risco como caminho para a Educação CTS, em que refletimos práticas pedagógicas desenvolvidas a partir dessas temáticas no contexto inicial e continuado da formação docente. Nessa direção, a **Segunda Categoria** apresenta Unidades Empíricas que dialogaram acerca dos **Desafios e Limites encontrados durante a Formação CTS/Risco**.

6.4. Segunda Categoria

Dentre as dificuldades apontadas pelos entrevistados a partir da Unidade Empírica Dificuldades enfrentadas na Formação CTS/Risco, propõem-se a **Segunda Categoria** que analisa os **Desafios e Limites encontrados durante a Formação CTS/Risco**, como mostra a Figura 8.

Figura 8: Esquema que apresenta a Segunda Categoria e a Unidade Empírica constituinte



A discussão é iniciada apontando a complexidade e a extensão do conteúdo de Química selecionado para a o trabalho, no caso, Química Orgânica, como relata o Residente B2. Esse aspecto, dentro dessa UE, foi mencionado por quatro residentes, que representamos com o excerto CIT12 abaixo.

CIT12: Não sei se é pelo conteúdo mesmo, de orgânica, ou, não sei, talvez a dificuldade de tentar trabalhar uma temática nova para um conteúdo que **a gente já estava familiarizado na parte só conteudista**. Porque orgânica, eu nunca tinha visto trabalhar com temática, pelo menos no ensino médio, nas matérias de orgânica da universidade, não chega nem perto de uma temática. É muito bruto o conteúdo. Aí meio que era um desafio, foi um desafio. (Residente B2)

Participa também das Dificuldades enfrentadas na Formação CTS/Risco, relatadas pelos residentes, o desafio do trabalho ou a organização em equipe, o receio de não sensibilizar os alunos pelas temáticas (Medicamentos e Combustíveis) associadas aos conteúdos; a preocupação em trazer os participantes para os debates; como relatam os residentes B1 e B2, por meio das citações CIT13 e CIT14. Além disso, relata-se o tempo reduzido para o planejamento e para a execução das aulas e um aspecto que alerta para a perspectiva tradicional conteudista. É possível perceber nas falas dos residentes B5 e C3 (respectivamente CIT15 e CIT16), destacadas abaixo, um compromisso centralizado no conteúdo, ficando apartado o diálogo com a abordagem CTS.

CIT13: Ambas [as sequências didáticas] **tiveram o mesmo desafio, que é lidar com o trabalho em equipe.** Fazer um trabalho desse de qualidade requer dedicação. Nós, na equipe, estávamos dispostos. Nos dividimos e conseguimos entregar o trabalho. **Demanda tempo e revisão da equipe.** (Residente B1)

CIT14: Não sei, mas meio que me parece que o sentido que a gente queria era conscientizar. Porque a gente já aprendeu que isso vem de dentro, mas **a gente tentou ao máximo sensibilizar eles sobre a temática dos combustíveis, só que meio que eu estava numa dificuldade de saber.** (Residente B2)

CIT15:[...] eu diria (ser mais difícil aplicação) essa de orgânica agora, tanto pela questão do tempo e da pressão de entregar com prazo meio apertado, mas também porque a gente se cobrou mais coisas, porque antes era só vamos fazer algo preocupado com o meio ambiente. Agora tinha muito mais nuances, coisas para a gente trabalhar, **e ao mesmo tempo a gente estava num dilema, porque é um conteúdo muito denso e o Preceptor dá muita importância para esses conteúdos, então foi difícil mediar esse balanceamento entre o discutir, discutir e problematizar, e entregar o conteúdo.** (Residente B5)

CIT16: Acho que, sem dúvida nenhuma, foi **intercalar o conteúdo de química orgânica com o CTS e risco.** Porque foi o que a gente falou. Na primeira parte, que foi a primeira aula, né, primeiro debate, ficou muito junto o conteúdo de química com o CTS e as discussões que levantaram os Riscos. Então, deu para encaixar. Eu consegui fazer uma explicação sobre medicamentos, química que gerava essa ligação com o CTS e com os Riscos. Mas nas próximas aulas (Residente C3)

De maneira semelhante, a UE Dificuldades enfrentadas na Formação CTS/Risco entre os preceptores alerta para o quantitativo reduzido de aulas para execução de uma Sequência Didática que se propõe a desenvolver a complexa relação Risco, CTS e Química Orgânica. Sendo destacado pelos preceptores a extensão do conteúdo de Química Orgânica. Ainda, algumas citações alertam para a importância do direcionamento para a aplicação da interface conteúdo, Risco e CTS e da necessidade de estudo e preparo para alcançar a transdisciplinaridade que uma abordagem CTS/Risco demanda, como exemplificamos na Citação CIT17.

CIT17: E o que também acontece? **O aluno, tem que estar sempre sendo direcionado a tentar ou a pesquisar ou a interagir com um assunto que ele nem está sabendo que está sendo dado conteúdo para ele.** Então, nós tivemos, no início do processo, vendo como fazer para direcionar esse aluno, para mostrar para ele que ele estava aprendendo, sem ele estar realmente com os livros ali, fazendo a nomenclatura, fazendo a parte de reação química, entendendo o que era uma função. Ele primeiro soube de um processo como um todo, para depois chegar no ponto final, que era dar nome a um composto e ir dependendo da sua função. Então, **o direcionamento também, para a gente que está iniciando, eu acho complicado.** Mas depois que nós pegamos, eu acho que foi mais fácil. Agora, **o que mais pega, realmente, é o quantitativo de aula.** (Preceptor B)

Outros aspectos levantados pelos preceptores e discutidos na **Segunda Categoria** analisando os **Desafios e Limites encontrados durante a Formação CTS/Risco**, retomam a questão de conexão do conteúdo e da temática, da dificuldade dos residentes em compreender o conceito de Risco, do desenvolvimento da Sequência Didática ter sido próxima ao calendário de avaliações de acesso ao Ensino Superior, como Programa de Avaliação Seriada (PAS) e Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), levando os alunos a buscarem por aulas mais tradicionais e vinculadas a essas avaliações. Aliado a essas percepções, o preceptor C (ver CIT18) acredita que sua escolha pela forma de conduzir o Programa, estimulando a autonomia docente dos residentes, possa ter atrapalhado a inserção do Risco no planejamento pedagógico.

CIT18: Na minha opinião, nós tivemos dois problemas. O problema é, primeiro, que quando eu falei com eles sobre como fazer, eu tentei mostrar a eles que era necessário **fazer uma ligação maior entre o que a gente estava dizendo em sala e a questão da temática**. Mas o fato de eu ter falado que era para eles prepararem a aula, da aula ser preparada por eles, não por mim, e eu não participar da preparação de aula deles, porque eu gostaria de desenvolver umas outras coisas neles. Ao mesmo tempo que a gente estava trabalhando a questão do Risco, eu estava trabalhando a questão deles, como professores. Então, o fato de eu ter falado, olha, eu não vou olhar a aula de vocês, vocês vão fazer, eu acho que isso atrapalhou na questão de trazer essa questão do Risco para o planejamento. Atrapalhou um pouco. (Preceptor C)

A resposta do Residente B1, apresentada na CIT19 e do Preceptor B na Citação CIT20, além da centralidade no conteúdo ao ser questionado quanto à possibilidade de novas intervenções pedagógicas, tendo o Risco e a Educação CTS como caminho, demonstra a força ainda majoritária do conteúdo na estrutura formativa atual, percebendo as diversas interferências que um profissional sofre sobre seu planejamento pedagógico em que emerge um novo elemento: Diferenças entre as escolas públicas e os particulares.

CIT19: Olha, eu também faço essa mesma pergunta. No ensino público, eu acredito que daria certo, eu arriscaria. **No ensino particular, eu deixaria como carta na manga. Se desse tempo eu abordaria Risco, durante a aula, como uma citação, e não como esse trabalho que a gente fez, robusto, cheio de personalidade, eu faria algo diferente. Pelo simples motivo de que é muito conteúdo teórico exigido nos currículos**, não sei se daria tempo para agregar reflexões sobre o Risco. Nossa sequência didática teve uma aula só para assistir ao filme e fazer discussão sobre ciência e tecnologia, outra aula só para debate com o material que eles trouxeram do portfólio. Não sei, essas duas aulas, para mim, já são o tempo que seria usado para, no ensino particular, dar aula de equilíbrio químico, que foi um conteúdo que a gente nem chegou a ver [na Escola de B1].

Radioatividade, outros conteúdos que são muito importantes, seriam dados no lugar da discussão. Eu acho que seria inadmissível um colégio particular não abordar esses conteúdos. (Residente B1)

CIT20: Na verdade, a escola perturba a gente. Porque a gente programa alguma coisa. **Aquilo é reprogramado praticamente todos os dias. Porque acontecem trocentas coisas no dia. Que remoldam o nosso planejamento. Mas isso vai ser sempre assim. Desde quando a gente entrou. Em qualquer escola. Não importa qual. Vai ser sempre assim. Na escola pública é pior do que na escola particular.** Porque na escola particular é engessado. Mas ainda acontece alguma coisa. Interferindo o seu planejamento. **Mas eu acho que isso também. Desestimula.** (Preceptor B)

Os excertos acima alertam que mesmo compreendendo as contribuições de uma formação em CTS/Risco, as ações profissionais estão limitadas por diretrizes curriculares que preservam/reforçam a perspectiva conteudista. Ao observarmos o primeiro trecho em negrito da CIT19, declara-se uma condição mais propícia de uma abordagem CTS no ensino público em comparação ao ensino particular; localizamos ali, algumas prováveis justificativas.

A primeira possibilidade, evidencia a maior autonomia docente dentro da esfera pública. Depois é possível pensar que os índices avaliativos das Instituições de ensino fundamentam-se no acúmulo de conteúdos expressos em exames tradicionais de avaliação. Esses índices geram o ranking de eficiência e, conseqüentemente, de valor mercadológico para as instituições particulares. Existem muitos outros aspectos que compõem essa diferenciação entre as escolas particulares e públicas, como discutem Feijó e França (2021), mas a Formação CTS/Risco evidenciou a necessidade de trazermos esse elemento para debate na possibilidade de uma nova oportunidade formativa.

Dessa forma, reforçamos as sólidas contribuições do estudo em CTS/ Risco na formação inicial e continuada de professores, logo extensiva às salas de aulas. Porém, destacamos que tais avanços continuarão em passos lentos enquanto priorizarmos nos documentos orientadores oficiais e nas implementações institucionais ações que não priorizem a crítica, a reflexividade, a tomada de decisão e a participação social, em detrimento na estrutura tradicional de educação (Binatto; Machado, 2023).

Interessa destacar que a preocupação para alcançar aulas transdisciplinares, por meio da abordagem do Risco articulado à Educação CTS, tenha sido predominante em todas as entrevistas. O que se constata nesses recortes é a força que a perspectiva tradicional conteudista ainda possui, mesmo diante de novos

entendimentos e iniciativas de formação inicial e continuada. A perspectiva conteudista ainda predominante não deve desanimar para as mudanças as quais a sociedade carece, mas precisa ser assumida para um enfrentamento menos velado e mais eficaz, para que possamos trazer reflexividade para os limites e contribuições do conhecimento científico. Trata-se de uma cultura enraizada e estruturalmente alimentada, que tem sofrido interferências. Assim, as mudanças, mesmo que discretas, permitem vislumbrar seu potencial transformador, como é descrito pelo Preceptor B e pelo Residente C3, nos excertos CIT21 e CIT22.

CIT21: Eu acho que, para eles, eu acho que na maioria deles, eles já tinham isso com eles. Para a maioria. Eu os vejo conversando ali nas nossas reuniões, nas sextas-feiras à tarde, e vejo eles comentando o dia a dia deles. **Eles já têm uma percepção que na minha geração, por exemplo, nós não tínhamos. Entendeu? Então, eu estou vendo que a formação deles, ou acadêmica, ou é mais acadêmica mesmo, porque dentro da escola ainda é limitado, ainda é muito conteudista. Mas a parte acadêmica aí, eu estou vendo que está sendo construído de forma diferente de quando eu fui formada.** (Preceptor B)

CIT22: Principalmente porque hoje, com muitas das disciplinas que eu fiz, e com todas as discussões que a gente teve na residência, eu consigo identificar melhor esses pontos e essas ligações. Eu acho que hoje eu conseguiria fazer muitos conteúdos, **fazer com que muitos conteúdos se relacionassem dessa maneira que eu gosto, que se relacione com o cotidiano, com a ciência, com a tecnologia, com a sociedade.** E apesar de eu achar que tem alguns conteúdos que essa ligação fica muito mais difícil, e eu não saber como fazer, outros eu já consigo perceber algumas formas de abordar. (Residente C3)

Assim, alguns aspectos identificados por meio da **Segunda Categoria**, tais como: o conteúdo extenso de Química Orgânica; medo de não sensibilizar os estudantes para a temática; conteúdo e temáticas apresentados separadamente; a inserção da abordagem CTS; direcionamento para interface conteúdo e temática mostram-se também como **Desafios e Limites encontrados durante a Formação CTS/Risco** em alguns trabalhos da literatura, como o de Aikenhead (1994). Este autor discute como o CTS pode aparecer no currículo de ciências, categorizando oito níveis hierárquicos distintos, indo de um forte compromisso com os conteúdos de ciência e com fraca referência aos conteúdos CTS, mencionando-os apenas como complemento das aulas; tendo uma ascensão dos níveis de participação dos conteúdos CTS, até alcançar o oitavo e o último nível, que é caracterizado pela centralidade total nos conteúdos CTS.

A tamanha distância que pode ocorrer nos currículos que incluem abordagem CTS nos alerta para importância da formação docente. Santos e Mortimer (2000) sugerem como via de enfrentamento a busca por perspectivas mais transdisciplinares, por motivação nas relações entre os diferentes atores sociais, como cientistas, governantes, representantes do setor produtivo, de organizações não-governamentais e da imprensa. Nessa proposta, estes autores defendem a construção de diálogos em que as representações se mostrem fortalecidas e não numa soberania da ciência e da tecnologia, viabilizando com isso, a ação dos indivíduos, nas tomadas de decisões e a compreensão da intencionalidade no discurso dos especialistas.

A proposta apresentada no Programa Residência Pedagógica – Química apoiou-se em von Linsingen (2007), que alerta para a necessidade de educadores e educandos buscarem perspectivas mais críticas que viabilizem algum afastamento dos conteúdos e uma certa abertura para a compreensão das transformações sociais, promovidas pela ciência e pela tecnologia. Essa proposta de formação docente entende, na colaboração de Hodson (2010), que o suporte informacional da ciência e da tecnologia restrito aos conteúdos específicos não viabiliza a tomada de consciência e, conseqüentemente, enfraquece a participação política ativa.

Com isso, acreditamos que uma formação profissional que busque uma visão crítica da ciência, comprometida com o desenvolvimento de uma cidadania participativa colabore no rompimento dessa lógica tradicional conteudista. Portanto, a importância da discussão do duplo lugar da ciência político e técnico, apresentado por Beck (2011) que, ao nosso ver, aponta como caminho a Educação CTS.

Relembrando a perspectiva defendida por este sociólogo, a Ciência não ocupa somente um lugar técnico de produção de conhecimento, ela interfere na economia, justifica votações políticas, traz impactos sociais e ambientais, dentre outros. Desse modo, compreende-se necessário discutir como a Ciência valida ou muitas vezes retira decisões importantes dos parlamentos, sem explicitar seus limites contributivos e potenciais riscos associados. Com isso, apontamos como imprescindível entender a força da ciência e da tecnologia, nos parlamentos, nas salas de aulas, nos laboratórios, na economia e, em muitos outros, legitimando ou não as vozes na estrutura política oficial.

Dessa maneira, entendemos que o rompimento com o paradigma tradicional conteudista continua sendo um dos maiores desafios nas formações docentes, pois

mesmo trazendo a estrutura triangular de Nóvoa (2019) para o processo de formação, como o ocorrido no Programa Residência Pedagógica - Química e, percebendo algumas superações, ainda existem raízes muito fortes que mantêm tal cultura. Nesse sentido, e, observando alguns excertos dos participantes da pesquisa (CIT15 e CIT21), consideramos que para transformação da realidade ainda preponderante nas aulas de ciências, torna-se essencial que professores em formação inicial e continuada vivenciem mais experiências como a desenvolvida nesta pesquisa. Defendemos que a partir de experiências semelhantes as dificuldades e os desafios serão vencidos por meio das produções e discussões coletivas.

Dentre os desafios elencados pelas entrevistas, destacamos a formação estanque conteúdo/CTS e as exigências dos exames avaliativos para ingresso no Ensino Superior que direcionam as escolhas de sala de aula. Outro entrave salientado foram os documentos oficiais orientadores, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), cuja crítica denuncia o caráter de descaracterização da docência mediante controle e padronização dos processos educativos, direcionando para uma fragmentação de conteúdo e retomando perspectivas eficientistas e tecnicistas (Costa; Franzolin, 2022; Rodrigues; Pereira; Mohr, 2021). Outro apontamento feito por Costa e Franzolin (2022) entende que a BNCC (Brasil, 2018) prioriza a manutenção da centralidade desses documentos em competências e habilidades, o que aprisiona as ações docentes, não viabilizando a reflexividade epistemológica preparatória para a tomada de decisão e a participação social, embora identifiquem a sugestão de conceitos relevantes para lidar com as questões de uma sociedade de risco.

No contexto desta pesquisa, foi possível vivenciar a complexidade que envolve trazer o entendimento dos Riscos decorrentes das relações CTS para a sala de aula de ciência, pois o desafio desse contexto ultrapassa a dimensão curricular e se estende à formação de professores, que também é um campo de múltiplos confrontos e diversidade de posturas, como já afirma Mendes, Müller e Marques (2024). Segundo Kist e München (2021), “o professor ensina aquilo que aprende e vivencia” (p. 3) e a formação compartimentada e linear continua direcionando as práticas pedagógicas vigentes, distanciando de uma perspectiva interdisciplinar e de trabalho coletivo. Isto posto, estas autoras defendem o subsídio das reflexões CTS, como meio de confronto das visões sobre ciências para a promoção de espaço propício de mudança na forma de ensinar.

As entrevistas apontam, por meio da categoria **Desafios e Limites encontrados durante a Formação CTS/Risco**, para as dificuldades na formação de futuros professores de química anteriormente enunciadas por Fernandes e Machado (2024). Entre as dificuldades mencionados pelas autoras ressaltamos excertos, já mencionados neste capítulo, das entrevistas com os participantes de nossa pesquisa, a saber: a) o desenvolvimento de concepções críticas sobre ciência, tecnologia e sociedade, que superem as práticas pedagógicas tradicionais nos cursos de licenciatura, como enunciado na CIT21 (Preceptor B); b) a integração dos conhecimentos químicos com CTS, restringindo-se a compreensões experimentais e neutras da ciência, encontradas nas CIT15 (Residente B5), CIT16 (Residente C3) e CIT17 (Preceptor B); c) a construção de práticas pedagógicas que incorporem as relações CTS, por não vivenciarem na universidade propostas fundamentadas nessa teoria, percebido na CIT22 (Residente C3); d) a ampliação de tempo para planejamento de propostas de ensino, o que nem sempre é disponibilizado, como nas CIT17(preceptor B) e CIT15 (Residente B5); e) o levantamento de temáticas e problemáticas relevantes que comuniquem tema e conteúdo, CIT18 (Preceptor C) e f) a transposição de conhecimento científico em práticas pedagógicas. Esta última dificuldade não foi localizada explicitamente nas entrevistas com os residentes e preceptores. No entanto, as CIT15 e CIT17 aproximam-se desta dificuldade.

Retomamos assim, em concordância com Calefi e Fortunato (2018), a defesa da importância do professor reflexivo de Donald Schön, no ensino de ciências. Os autores defendem que na reflexão colaborativa, eles têm a oportunidade de problematizar questões que surgem no cotidiano escolar, de analisar essas situações de maneira crítica e de compreender melhor suas próprias ações pedagógicas, podendo viabilizar mudanças significativas na cultura escolar.

O processo reflexivo das práticas pedagógicas, no contexto de nossa pesquisa, foi marcado em todas as etapas do Programa Residência Pedagógica e utilizado para ajustes de aulas subsequentes e em outras ações decorrentes dessa formação, tais como publicação de um e-Book com organizações pedagógicas do ensino de química por meio da inserção do risco numa abordagem CTS (Cortez, 2024)¹⁹ e a realização de oficinas, apresentações orais de mesma temática em

¹⁹ O e-book intitulado “[O ensino de Química na Perspectiva Social: propostas para a sala de aula](#)” foi produzido pelo grupo de estudantes e professores(as) do Programa de Residência Pedagógica de

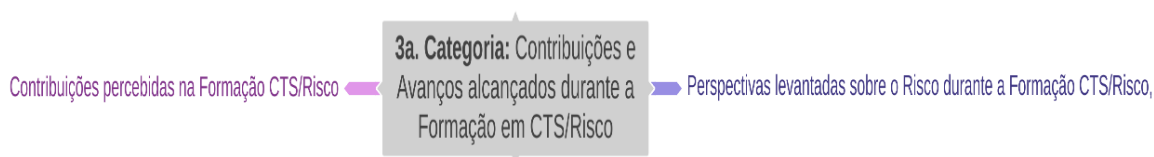
encontros universitários, tais como Jornada PIBID e PRP UnB 2024 e XXII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Salientamos que todos estes eventos aconteceram após o encerramento de nossa participação nas reuniões semanais do PRP e tivemos o prazer de participar a convite de todos os eventos que ocorreram no âmbito da Universidade.

Assim, no enfrentamento dos desafios e limites encontrados na proposta vivenciada nesta pesquisa, que entende o Risco como caminho de inserção da Educação CTS, concordamos com a reflexão de Quicke (2001), cuja defesa se faz em torno da possível contribuição da inserção do Risco no currículo de ciências para formação de professores mais democráticos. Para o autor, o Risco não ocasionará problemas para a prática pedagógica, mas será um meio de trazer aos estudantes reflexões acerca de como construir mais estratégias para seu enfrentamento. Para isso é necessário tratar a ciência a partir de sua natureza falível e provisória, incluindo os valores e o contexto sociopolítico, como será evidenciado na próxima Categoria.

6.5. Terceira Categoria

A **Terceira Categoria** denominada **Contribuições e Avanços alcançados durante a Formação em CTS/Risco** foi constituída por duas Unidades Empíricas: Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco e Perspectivas levantadas sobre o Risco durante a Formação CTS/Risco, como mostra a Figura 9.

Figura 9: Terceira Categoria e as Unidades Empíricas constituintes



Química da Universidade de Brasília (2022-2024) e fomos chamadas a contribuir com um capítulo. Os textos produzidos decorrem dos diálogos entre professores e licenciandos acerca dos fundamentos da Educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), bem como sobre os aspectos relativos ao modelo educacional de Risco entrelaçados a conteúdos de química. As práticas didáticas partilhadas no e-book buscam dar significados socioambientais ao ensino de química.

Importa destacar que a análise desta Categoria é marcada sob forte contexto comparativo de dois momentos distintos de produção de Sequências Didáticas (SD) no Programa Residência Pedagógica: antes e depois da Formação em CTS/Risco. Iniciamos exemplificando algumas percepções sobre como foi desenvolver ações pedagógicas com CTS/Risco, como nos excertos de CIT23 a CIT26 da Unidade Empírica Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco.

CIT23: Que tipo de contribuição, então, essa parte da produção da sequência didática trouxe para a formação dos meninos? **Ah, sim. Eu tenho certeza de que eles vão sair como melhores cidadãos.** Vão no supermercado, por exemplo, olhar o supermercado de forma totalmente diferente. Vão entrar dentro de um ônibus que talvez ele possa fazer a escolha entre um combustível e outro e ele vai saber que usando este, talvez, minimize mais do que aquele outro. E dentro desse processo, talvez, como cidadão, ele possa contribuir na cobrança de melhores formas de atuação do nosso governo para melhorar não só a parte de transporte, mas toda a parte que envolve para a nossa sociedade. (Preceptor B)

CIT24: **Gostei muito do trabalho, de conhecer o trabalho sobre a sociedade de risco, porque, alinhado também a uma bagagem que eu trouxe da disciplina de educação ambiental,** entendi melhor sobre o racismo ambiental. As consequências vão chegar para pessoas desfavorecidas primeiro. Apesar de que todos estão expostos aos riscos, a gente tem ali os riscos chegando primeiro para determinadas camadas da sociedade, e isso eu nunca tinha parado para pensar, que o risco tem um pouco de estratificação social, dentro do próprio risco. (Residente B1)

CIT25: Mudou. Algumas coisas ainda são meio turvas, a gente fica meio assim, sem ter certeza se entendeu mesmo, mas eu acho que ficou muito mais evidente o que você queria trazer com esses riscos. O Preceptor B, ele tinha até faltado uma das primeiras vezes que você tinha falado sobre risco, e para ele o risco era sempre essa questão do óh, gente, se tiver pressão dentro da panela de pressão, tem risco de estourar, esse é o risco que a gente tem que passar e acabou. **E até com o arquivo que você tinha mandado para a gente, ele também fala das diferentes formas que o risco pode aparecer, tanto na fala científica, quanto na fala do dia a dia, do cotidiano. Então, eu acho que para mim ficou muito mais concreto agora, agora eu consigo entender um pouco melhor o que eram esses riscos, depois que a gente conseguiu discutir um pouco sobre aquela planilha, de entender melhor também como cada risco, aqueles do Beck, como cada um realmente aparece, como que a gente conseguiu trabalhar eles em sala de aula.** (Residente B4)

CIT26: Eu acho que agora eu consigo abordar muito mais coisas em um planejamento de aula do que eu tinha antes. Por exemplo, se eu tentasse trabalhar igual foi soluções e sem a perspectiva do CTS do risco, beleza, eu trabalharia, só que quando a gente conhece agora, meio que eu consigo abordar muito mais coisas no mesmo plano. **Não sei se fica claro, mas eu consigo agora trabalhar visões diferentes no sentido de trazer o CTS para a minha aula. Especificamente. Teria uma amplitude maior do olhar, um espectro maior.** Porque eu acho que antes eu estava focado, eu tenho que trabalhar isso e isso, aí eu ficava com medo de perder em discussões, mas eu vejo que com o CTS não, a gente pode abrir um leque de possibilidades para discutir dentro do próprio conteúdo, sabe? (Residente B2)

A partir desses excertos, é possível perceber o maior aprofundamento pertinente ao campo da Educação CTS, possibilitando níveis de alcance e discussão apresentados na matriz de Strieder e Kawamura (2017). Também ficou evidente o alcance dos Riscos visíveis e invisíveis, bem como alguns fenômenos como o *efeito bumerangue*, discutido por Beck (2011), em que o Residente B1 (CIT24) destaca a iminência de alguns impactos alcançarem a todos, independentemente da posição financeira ocupada. O aprofundamento na sala de aula foi outro aspecto destacado pelos participantes de nossa pesquisa e exemplificado nos relatos abaixo da UE Perspectivas levantadas sobre o Risco durante a Formação CTS/Risco (de CIT27 a CIT30), mostrando maior participação e envolvimento discente.

CIT27: Totalmente, totalmente, foi igual o momento que eu falei na reunião, alunos que, né, que eu tinha percebido que eles eram mais, né, aqueles, os alunos do fundão, né, que a gente sabe como é que é que eles sentam no fundão para, né, ser o mais longe possível, para tentar chamar o menos de atenção possível, **e aí quando eu vi que nesses momentos os alunos participavam mais, eles falavam experiências da vida deles**, eles perguntavam, ah, mas o álcool que eu coloco no carro é diferente do álcool que eu limpo a minha mão, é diferente do álcool que eu limpo a minha casa, então, nesses momentos que **eu vi alunos que costumavam não participar de momento nenhum de outras sequências didáticas que O Preceptor B tinha mesmo, né, naquele momento que a gente só observa e não tá ativamente dando aula, e quando eu vi que quando a gente foi dar as aulas, os alunos que não participavam começaram a participar, eu falei, isso aqui tem um diferencial.** (Residente B3)

CIT28: A primeira aula eu classifiquei como a melhor aula de todas. Porque era uma aula que eu achava que ia ser mais... Não é descontraída para o aluno, mas era uma aula sem muito conteúdo. Mas puxando do aluno algumas coisas que pudesse ter, a gente passou uns vídeos, comentamos sobre aquela parte, fizemos um debate sobre aquilo para depois fazer a introdução do que seria a parte de orgânica. Então, eu achei que ia sair de uma coisa e não tinha o encaixe disso com o que a gente ia fazer. Mas **quando eu vi a primeira aula, eu falei, “putz”, como foi perfeito, como se encaixou e como deu resultado no final.** (Preceptor B)

CIT29: Então, no final, é que **eles perceberam que todo aquele debate, ele já deveria ter a bagagem com as aulas e com tudo aquilo que a gente tinha falado nas aulas anteriores. Quando isso fechou, para mim ficou muito claro.** Aquele aluno que é engajado, que consegue fazer a sua parte, ele não precisa ser nem estudante, basta ser aluno. (Preceptor B)

CIT30: *Mas você acha que trazer o risco facilitou para trazer a educação CTS?* Eu acho que foi uma nova perspectiva, né? Eu não sei dizer se facilitou. Eu acho que é uma perspectiva que agrada. Agrada não, agrega. **Agrega a abordagem CTS**, a utilização da abordagem CTS. (Preceptor C)

Vimos, por meio das citações de CIT27 a CIT30, o reconhecimento dos Residentes e Preceptores do potencial de participação dos discentes da Educação

Básica e da construção do conhecimento por meio da prática pedagógica desenvolvida durante a formação do PRP. Os registros das Unidades Empíricas Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco e Perspectivas levantadas sobre o Risco durante a Formação CTS/Risco trouxeram reflexões acerca das classificações e do aprofundamento alcançados nas ações pedagógicas desenvolvidas em um diálogo com os autores que discutem a formação, como: Beck (2011), Strieder e Kawamura (2017) e Schenk *et al.* (2019), como exemplifica as citações de CIT31, a CIT34.

CIT31: O nosso trabalho em orgânica começou com um filme. **Esse filme teve uma discussão muito mais focada com CTS. Chamamos o risco pelo nome mesmo. Foi uma atividade consciente sobre o que é a CTS, diferente da anterior, que foi uma atividade inconsciente.** Falamos sobre ciência e tecnologia a partir do filme “Não Olhe Para Cima”. Para mim, foi um dos melhores filmes para falar sobre ciência e tecnologia. Ainda por cima, vinha com a temática “Mudanças Climáticas”, absurdamente pertinente. Na mídia, tenho certeza de que pelo menos três manchetes vão ser sobre mudanças climáticas, porque 2023 foi o ano mais quente já registrado na história da humanidade. E a gente estava discutindo sobre mudanças climáticas... (Residente B1)

CIT32: De risco eu só conheci por causa de você. Mas antes, o que eu conhecia de elaboração de aula era mais como a gente estava discutindo na reunião sobre, não sei se é o caso, **mas tentar ao máximo contextualizar, que eu achava que já era uma pegada do CTS, embora não seja, eu estava contextualizando.** (Residente B2)

CIT33: **Mudou nessa questão da confiança, da segurança, em falar sobre o tema, em reconhecer também. Eu acho que as maiores diferenças estão na questão do risco.** (Residente B5)

CIT34: **Agora, o risco foi uma coisa totalmente nova. Para eles, para mim também, apesar de a gente ter lido esse trecho desse livro, se não me engano. Apesar disso, eu não tinha nenhum tipo de conhecimento, foi difícil me apropriar.** (Preceptor C)

Os excertos CI35 a CIT 38, da UE Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco, explicitam dois importantes aspectos, cerne tanto dos estudos sobre o Risco, como da Educação CTS, são eles a tomada de decisão e a participação social.

CIT35: **A gente também discute como a educação e conscientização podem influenciar escolhas individuais em relação ao consumo de energia.** E, quais são os impactos sociais relacionados com a indústria de combustíveis fósseis, inclusive os trabalhos análogos à escravidão”. (Residente B1)

CIT36: Eu acho que a primeira é essa, de que essa relação precisa ser implementada para os alunos desde cedo. **E isso, para mim, mudou muito as coisas. ... Então, foram relações que, para mim, mudaram muito a**

minha perspectiva do mundo, de como eu entendo os nossos recursos e de como eu os gasto agora. E que, para mim, é indignante que eu só tenha aprendido isso no ensino superior. (Residente C1)

CIT37: **Porque, talvez, ele não saiba, aquele aluno ou, sei lá, até mesmo o professor, ele não saiba o impacto que ele causa na sociedade como um todo.** E aí, talvez, tendo esse tipo de abordagem, você tendo esse olhar mais direcionado, o aluno entenda que ele tem, sim, uma responsabilidade na sociedade e **eu acho que diminui muito as perguntas do porquê que eu preciso saber disso?** Porque aí, de fato, ele pode entender por que que ele precisa saber disso, não porque talvez ele vá fazer um vestibular, um PAS, ou sei lá, mas porque ele conhece daquele risco, aí entra a palavra risco, e ele comece a aplicar os conhecimentos para mitigar aquele risco, como, por exemplo, o descarte da pilha ou como, por exemplo, ele não pode jogar a embalagem de remédio ou o remédio mesmo vencido, de repente, no lixo comum, por exemplo. **E aí, é para isso que a Educação CTS responda, mas não de uma maneira mais direta, mas de uma maneira mais contextualizada, de porque que ele precisa daquele conhecimento** para que ele não impacte negativamente ou mitigue o impacto dele negativamente na sociedade. Eu acho que talvez seja isso. (Residente C2)

CIT38: **Eu acho que talvez seja nessa parte mesmo da tomada de decisão dos alunos** e fazer e fornecer conhecimentos para eles, para que eles tomem essa decisão (Residente C2)

Nesta **Terceira Categoria, Contribuições e Avanços alcançados durante a Formação em CTS/Risco**, foram registrados alguns exemplos da capacidade de percepção de risco desenvolvida ao longo da formação. Tal capacidade associa-se à reflexão, segundo Schön (2007). Para o autor, a reflexão não é exclusividade do espaço universitário, mas é consequência das experiências docentes em que a partir das práticas pedagógicas, o conhecimento é produzido. Nesse sentido, o professor, na escola, não apenas consome conhecimento científico, mas os produz paralelamente, num diálogo com outras vivências, na identificação de problemas, construindo, com isso, um ambiente propício para tomada de decisão, como exemplifica os excertos CIT23, CIT24 e CIT25.

Nessa direção, Zeichner (1993) afirma que os termos reflexivos para ensino e prática surgem na maioria das reformas educacionais, bem como nas formações de professores de maneira global. Especificamente, segundo este autor, o professor prático reflexivo inicia sua reflexão a partir da sua própria experiência e das partilhas com outros profissionais, estando abertos a possibilidade de mudança e melhoria continuamente, viabilizando a percepção de quais problemas estão postos, incluindo o aspecto emocional que vincula o profissional ao processo, como evidenciado na CIT27.

De acordo com KolstØ (2006) e Levinson *et al.* (2011), o conceito de Risco tem suas origens na teoria da tomada de decisão. No contexto de nossa pesquisa, foi possível perceber a proximidade conceitual nas citações CIT35 a CIT38, bem como observar nos referidos excertos, a percepção dos participantes que a reflexividade demandada favorece as ações de tomada de decisão e participação social. Nessas falas, destaca-se a sensibilização para o que Santos (2011) denomina como propósitos da Educação CTS, comprometimento com os “processos participativos de tomada de decisão em CT para a promoção de uma sociedade justa e igualitária” (p. 39).

Assim, como o Risco pode se articular com a Educação Científica? Esta é uma pergunta tratada inclusive em uma sessão do Capítulo 3 desta tese. Naquele momento, fundamentamo-nos em Schenk *et al.* (2019), que entendem essa articulação na Educação em Ciências, dentre elas, as discussões e sugestões de currículos almejando à alfabetização científica. Para isso, estes autores evidenciaram aspectos sociais e epistemológicos da ciência para a alfabetização científica, associados ao movimento CTS; às questões sociocientíficas, que exigem alguma análise de custo-benefício, com as quais o risco interage com valores; avaliação de riscos, como parte da educação científica e outros.

A análise de Schenk *et al.* (2019) acerca de como o Risco é tratado na literatura acadêmica ressalta aspectos de seu gerenciamento e uso para análise de decisão. Os autores propõem um modelo conceitual de Risco (ressaltado na Figura 1 desta tese) para a dimensão educacional, constituído por três elementos-base, *atividade, conhecimento e valores* e, quatro elementos centrais: *incerteza, probabilidade, gravidade e consequência*.

Levinson *et al.* (2011) já defendiam a importância de projetos que trabalhem com o Risco, como meio de “*perturbar o pensamento dos professores para obter uma janela sobre o seu pensamento em mudança sobre o risco e a sua pedagogia; incorporar conjecturas sobre projetos com novas ferramentas pedagógicas*” (p. 137). Os discursos das CIT34 a CIT37 exemplificam o reconhecimento da importância de projetos envolvendo o conceito de Risco, trazendo os elementos, conhecimento e valores para as atividades de participação social para a tomada de decisão.

Strieder e Kawamura (2014) indicam diferentes níveis de crítica para participação social, que vão inicialmente do reconhecimento da presença da ciência e da tecnologia (CT) na sociedade; passando pela avaliação de pontos positivos e

negativos da CT; pela discussão de problemas, impactos e transformações sociais da CT, até a identificação das contradições e a compreensão das políticas públicas. São discussões que podem se beneficiar das contribuições de Beck (2011) acerca do duplo papel da ciência, como lugar técnico e político, bem como outros locais existentes nessa mesma estrutura, como o subpolítico, mostrando-se como potenciais colaborações para o alcance desse último nível de entendimento crítico sobre participação social. O debate acerca da não neutralidade da ciência e da tecnologia, segundo Santos e Auler (2019) é fundamental para o desenvolvimento da cultura de participação em processos decisórios.

Nesta **Terceira Categoria**, identificamos Perspectivas levantadas sobre o Risco durante a Formação CTS/Risco evidenciamos a capacidade perceptiva acerca dos limites de uma tecnologia, bem como a reflexividade acerca dos impactos sociais relacionados a ela, como exemplifica a CIT39 e CIT40.

CIT39: a gente não falou muito quando teve a aula do biodiesel, mas quando teve a aula do etanol, a gente dedicou um tempo até essa discussão com os alunos de tudo bem, ele é mais, ele pode ser produzido de uma forma que impacta menos o meio ambiente? Sim. **Mas e o social? Como é que tá ficando? Você tá pagando quanto para essas pessoas trabalharem? Então, a gente teve um cuidado maior em saber que a gente precisava falar de alguns dos riscos...** (Residente B4)

CIT40: ... pergunta sendo **qual é o melhor combustível, e a gente percebeu que, pelo menos, a gente tentava levar eles a perceber que todos os combustíveis tinham seus aspectos positivos e negativos.** (Residente B4)

As Citações CIT41 e CIT42, ambas do Residente C3, na UE Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco, evidenciam a consciência da adoção da abordagem CTS em uma ação pedagógica, a partir dessa formação recebida.

CIT41: Eu acho que, como a gente já tinha um parâmetro melhor sobre o que era risco, sobre o que era CTS, **nessa segunda sequência a gente conseguiu identificar muito melhor quais pontos a gente estava levando que tinha essa abordagem CTS-A e quais pontos eram relacionados a riscos e quais riscos eram esses especificamente. Porque não era algo que tinha na sequência de eletroquímica que a gente fez antes.** (Residente C3)

CIT42: Então, **acho que a principal diferença nessa segunda sequência foi isso, de conseguir identificar exatamente quais riscos a gente estava abordando e como, e em quais parâmetros de CTS a gente estava colocando aquele tema, aquele conteúdo e aquela abordagem que a gente escolheu.** (Residente C3)

O Residente B1, a partir de duas citações que constituem a unidade Empírica Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco, CIT43 e CIT44, reconhece o lado político nos debates realizados e reflete sobre o interesse pela aprendizagem desenvolvido pelos estudantes.

CIT43: ...o risco tem um pouco de estratificação social, dentro do próprio risco. É uma outra reflexão, **um novo panorama de discussão política**. (Residente B1)

CIT44: ...ao final da sequência **os alunos vieram com comentários dizendo que eles aprenderam coisas que eles nunca imaginaram e que queriam aprender sobre combustíveis, sobre mudanças climáticas e fazer essa ligação dos assuntos**. Aí meio que eu acho que a gente conseguiu um pouco sensibilizá-los. (Residente B1)

O Residente B1 reforça ainda, a perspectiva política na Citação CIT45, por meio da Unidade Empírica Perspectivas levantadas sobre o Risco durante a Formação CTS/Risco.

CIT45: A gente perguntou isso para eles. Dá para ver que **movimentou o ser político** que havia dentro deles. (Residente B1)

De acordo com Beck (2011), discutir o papel político e técnico da Ciência é fundamental para promover mudanças de paradigmas. Durante a nossa formação no PRP e ao longo de toda a fundamentação desta tese, ampliamos esse debate para incluir a tecnologia. Mesmo que a ciência e a tecnologia não estejam diretamente representadas no parlamento, muitas decisões são legitimadas pelos relatórios científicos que justificam decisões relacionadas. No entanto, precisamos dialogar partindo de uma posição explícita de que a ciência não é neutra, possui intenções e pode cometer erros. Além disso, há limites naquilo que podemos afirmar apenas com dados objetivos, muitas vezes sem levar em conta as interações e múltiplas influências envolvidas. Com essa compreensão, podemos fortalecer a participação da ciência e da tecnologia, tornando-as instrumentos que se relacionam com os riscos de forma a garantir a justiça e a preservação da vida de todos.

Dessa maneira, relacionamos à potencialidade da discussão técnica e política da ciência e da tecnologia, fundamentando-nos no alerta de Beck (2011) de que nem todas as decisões passam pelo parlamento, parte delas serão determinadas pelo investimento empresarial e pela pesquisa. Isso torna a obtenção do lucro econômico

fator preponderante nas decisões, excluindo a participação de quem diretamente lidará com o ônus e o bônus de tais processos decisórios – a população, seja ela por representação ou não. Assim, o que chega às regras de controle público é assumido a partir de suportes informacionais ofertados pela ciência, em geral, tardiamente, uma vez que o segredo industrial garante, quase sempre, que não se divulgue explicitamente, desde o início das pesquisas, os riscos potenciais de uma determinada inovação. Portanto, a dissolução de fronteiras da política acontece por meio de dois processos, o primeiro seria o movimento para o enfraquecimento do intervencionismo do Estado e o segundo, a camuflagem dos riscos produzidos pelas inovações tecnológicas (Beck; Giddens; Lash, 2012).

Trazer tais perspectivas para a sala de aula é construir espaço reflexivo crítico de transformação, pois viabiliza-se dessa maneira, a oportunidade para que os estudantes tenham condições de migrar de uma postura de passividade para um local de tomada de decisão e participação social. Esse local de atividade, de participação inclui mudança nos papéis do professor e do estudante, como por exemplo, a inclusão de uma escuta ativa das vozes e múltiplas compreensões advindas do corpo discente. Trata-se de um desafio para o professor, pois essa abertura confronta, questiona e expõe possíveis desconhecimento acerca de um tema. Com isso, a reflexividade, a mudança de papéis em sala de aula mostram-se como temas contributivos necessários para a formação desse novo contexto.

Por meio da UE Perspectivas levantadas sobre o Risco durante a Formação CTS/Risco, as citações CIT46 e CIT47 do Residente B4, alertam para a importância e o desafio da escuta ativa, bem como a consciência dos limites epistemológicos; para a construção de um processo reflexivo; enquanto o Residente B3 destaca a intenção de mudança de paradigma e a dificuldade, trazendo o elemento reflexividade, como mostra o excerto CIT48.

CIT46: Eu percebi que, mesmo eu dando alguma importância, nem sempre eu conseguia trazer a fala dele para o meu contexto. Então, às vezes, **eu tinha que tentar entender o que o aluno estava falando, para modificar um pouco, entender e conseguir encaixar no meu. Às vezes, eu conseguia fazer isso, mas não era sempre, porque às vezes, o que ele falava, eu demorava até para analisar. Nossa, será que está certo o que ele falou? Será que está errado? Será que tem um problema conceitual? Será que tem um problema em relação a outro aspecto, sem ser de conceito, de química? Eu sei que, durante o debate, eu consegui prestar mais atenção um pouco nisso.** (Residente B4)

CIT47: **A sequência de orgânica, ela foi mais trabalhosa, no sentido de que a gente não abordava só o conteúdo ou só aquela parte do decoreba. A gente também tinha parte da discussão com cada aluno. Às vezes, o aluno trazia algumas informações e eu mesmo achava até trabalhoso lidar com algumas das informações.** (Residente B4)

CIT48: Eu acho que o fato de tentar tirar esse, ah, **não é só um decoreba, vamos colocar algo em que os alunos pensem mesmo**, eu acho que foi a maior dificuldade, mas de resto a gente conseguiu lidar muito bem. (Residente B3)

Sob o enfoque da importância da Reflexividade para a Participação Social, defendemos que o espaço escolar deve promover a reflexão sobre as mudanças que estamos vivendo atualmente. Desse modo, compreendemos como importante a superação da percepção dos riscos que individualmente enfrentamos, para sua extensão coletiva. Além disso, a escola deve preparar as pessoas para participarem ativamente da sociedade. Enquanto isso, o Estado precisa buscar maneiras eficientes e viabilizar essa participação social nas decisões que impactam a nossa sociedade.

Por isso, importa repensar o que significa especializar-se, tanto na pesquisa científica quanto na educação. Também é essencial que essa escola, que discute os riscos da ciência e da tecnologia para a sociedade, reforce que essas questões têm um caráter fortemente político. Isso quer dizer, que sempre haverá diferentes interesses e níveis de poder nessas disputas. Alguns se beneficiam mais, enquanto outros acabam sendo mais afetados devido a sua condição socioeconômica. Nesse contexto, uma abordagem menos ameaçadora não significa ausência de conflitos, mas sim, uma que assegure a todas as vozes o direito de participar e de ter suas opiniões consideradas nos processos de decisão.

Nesse contexto, entendemos que à Educação em Ciências, potente colaboradora nos processos que ressignificam e realocam o conhecimento científico, pode promover reflexões críticas acerca dos riscos velados e anunciados que enfrentamos. A Educação em Ciências mostra-se como espaço de fortalecimento da capacidade de questionar, revelando as razões por trás do uso do conhecimento, tanto por aqueles que lucram ou se beneficiam dos riscos envolvidos, quanto por quem é mais rapidamente afetado por eles. Uma educação crítica e reflexiva é fundamental para dar voz aos “não especialistas” (Beck, 2011).

A partir disso, retomamos a defesa de Beck (2011) na colaboração das Ciências sociais junto às Ciências Naturais para uma integração com outras áreas do conhecimento, para que juntas possam oferecer uma compreensão mais ampla e

sistêmica das ações e decisões tomadas em diferentes contextos. Na mesma direção, von Linsingen (2007) aponta que o fortalecimento da educação pode ser promovido a partir de duas ações concatenadas: a admissão curricular da interdisciplinaridade e o tratamento transversal da temática CTS na abordagem disciplinar das áreas técnicas.

Retomamos então, na defesa do caminho, em que a Educação Científica não desvincule as ciências naturais e sociais, pois entendemos que é preciso não só contextualizar o natural no social, mas também promover debates que reflitam sobre o papel técnico e político da ciência, viabilizando a compreensão do modelo de desenvolvimento ao qual ela serve em cada circunstância analisada (Beck, 2011).

A reflexividade imposta acerca da cientifização discutida por Beck (2011), revela tanto o papel solucionador, como também o produtor de riscos para a ciência e a tecnologia, alertando a importância da Ciência Social como removedora da cegueira da Ciência Natural, termo utilizado pelo autor, que não incorpora, tradicionalmente, em suas avaliações objetivas, aspectos políticos, econômicos, culturais e ambientais.

Muitos riscos são tornados visíveis na iminência de um novo produto comercial de solução ou na não irreversibilidade de uma organização social coletiva. Por isso, além da compreensão do local falível e não neutro da ciência, torna-se importante compreendermos a forma de socialização contemporânea da individualização. Essa nova forma de atuação social nos flexibiliza carga horária de trabalho, locais de trabalho, composições familiares, dentre outros que à primeira vista deixa invisibilizado o enfraquecimento de consciência coletiva que, por muitas vezes, nos uniu em transformações sociais de proteção de direitos e de garantias daqueles que não lucram com os riscos decorrentes dos avanços tecnológicos.

A partir do exemplo trazido pela Citação CIT49 do Preceptor B, evidenciamos o potencial reflexivo político de uma aula de Química Orgânica, em que se destaca o lugar político da Ciência e da Tecnologia, bem como o processo de **Individualização**, cujo destaque dialoga com o que Beck (2011) aponta para o enfraquecimento de políticas sociais, em que o poder estatal e a organização coletiva tornam-se enfraquecidos ou dissolvidos no enfretamento das desigualdades postas a uma massa de trabalhadores que sustentam as grandes organizações financeiras, que de fato se beneficiam financeiramente dessa condição.

CIT49: Porque a gente imagina um trabalho meio escravo, análogo a escravo. Mas a gente não imagina, por exemplo, o sobre emprego. As pessoas que dependem daquele salário pequeno para sobreviver. ...

Então, foram levantados muitos pontos interessantes nas aulas. Fora a parte ambiental, porque essa aí é uma coisa que toda hora tem a demanda. Toda hora a gente fala do problema ambiental. Mas a parte social, o risco social. O risco econômico. E o que esse risco econômico faz a evolução dentro do social. Muitas vezes a gente não consegue ver. Não é o total. Porque eu acho que o total a gente ainda não consegue. Mas a maioria deles. E isso foi levantado muito nas aulas. (Preceptor B)

Relacionamos esse excerto a denúncia de Beck (2011) acerca da individualização, como nova forma de socialização, que leva a fragilização da consciência coletiva ao mesmo tempo que normaliza a transferência da responsabilidade das instituições para os indivíduos. Com isso, a lógica no desenvolvimento linear, aquela que sustenta que o desenvolvimento científico-tecnológico, conduz ao desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, ao avanço social, não se sustenta mais. Ao contrário, essa lógica é impelida a esclarecer sobre as promessas não cumpridas e os prejuízos causados, tais como: o da miséria ampliada, da precarização das forças produtivas e das desigualdades individualizadas (ou seria individualização com desigualdades), tornando-se tema definidor da disputa política.

Todos esses aspectos discutidos pela Sociedade de Risco e que acreditamos contribuir para uma Educação CTS, foram registradas em um outro excerto da UE Contribuições percebidas na Formação CTS/Risco do Preceptor B (CIT56), evidenciando ainda a colaboração do Programa Residência Pedagógica, bem como de entender o risco como caminho para a Educação CTS.

CIT 56: Então, essa parte, ela foi só me mostrada agora com o Residência. Então, sempre trabalhei com o CTS, mas não completo, né? É como se estivesse sempre faltando alguma coisa para integrar. Pelo contrário, era o que eu deveria ter visto primeiro, são os riscos. (Preceptor B)

O modelo educacional de Schenk *et al.* (2019) para trabalho do Risco em sala de aula de Ciências evidencia sete elementos em torno do risco, em que três elementos são estruturais (conhecimento, valores e atividade) e os demais envolvem o significado atribuído ao conceito (gravidade, incerteza, consequência e probabilidade). Dentre estes, três coincidem com o trabalho de Kolstø (2006), são eles: incerteza, gravidade e consequência. Kolstø (2006) identificou que o elemento incerteza, por vezes, determinou o comportamento dos participantes da pesquisa,

tendo notado o desenvolvimento de uma posição defensiva, evitando a tomada de decisão por meio da alegação de falta de tempo ou de informação.

Sobre o mesmo contexto, Radakovic (2015) entende que a formação de professores para a tomada de decisão baseada em risco é “um processo complexo, que envolve uma interação de raciocínio quantitativo altamente contextualizado e compromissos sociais, crenças e valores dos indivíduos” (p. 287). O autor reforça que o processo decisório perpassa os três elementos propostos na matriz de Schenk *et al.* (2019): conhecimento, valores e atividade.

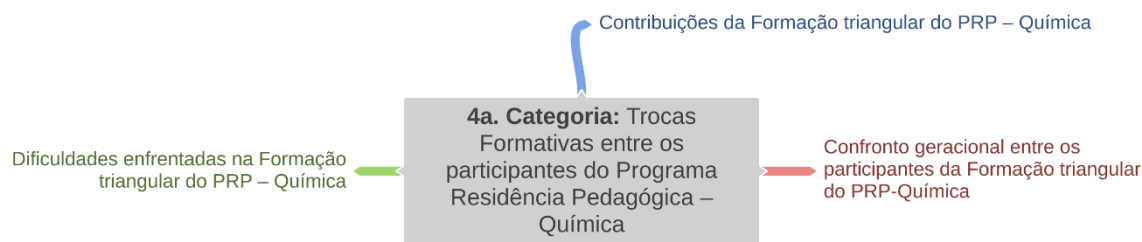
Por fim, ressignificar a Ciência em seu duplo papel, compreender os impactos da tecnologia na sociedade precisam sobrepor o início de conversa para um conteúdo, mas devem incomodar nossas vivências cotidianas para ações que nos organizem pertencentes a um coletivo que prioriza a vida de todos.

6.6. Quarta Categoria

A **Quarta Categoria** denominada **Trocas Formativas entre os participantes do Programa Residência Pedagógica – Química** deriva das especificidades encontradas num contexto triangular de Formação docente. Nosso objetivo foi construído sob o enfoque da Formação Inicial. No entanto, o desenvolvimento da pesquisa se deu num espaço dialógico entre a Universidade, a escola, em que experiências e inovações foram debatidas cotidianamente. Assim, esse processo de formação triangular realizado, possibilitou além da formação inicial aos licenciandos residentes envolvidos, a formação continuada aos preceptores, professores da Educação Básica.

Desta maneira, buscamos por meio da análise das Unidade Empíricas Contribuições da Formação triangular do PRP – Química, Dificuldades enfrentadas na Formação Triangular do PRP – Química e Confronto geracional entre os participantes da Formação triangular do PRP-Química discutir contribuições e limites advindos da formação docente triangular, ou seja, desse espaço viabilizado para **Trocas Formativas entre os participantes do Programa Residência Pedagógica – Química**, como mostra a Figura 10.

Figura 10: Quarta Categoria e as Unidades Empíricas constituintes



A Unidade Empírica que evidenciou a colaboração da triangulação vivenciada pelo PRP e do entendimento das contribuições trazidas pelo Programa foi a Contribuições da Formação Triangular do PRP – Química, como pode ser observado na manifestação do Residente B1 (CIT57), coincidindo com o que Cross (1993) já anunciava sobre a importância de reconhecer as prioridades e os riscos decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos.

CIT57 O preceptor amou, porque ele gosta de trabalhar com risco e CTS dentro de sala de aula, e ele pedia que a gente focasse nossa aula nesta abordagem. Eu acho que, na época da graduação dele, o preceptor B não tinha essas práticas que a gente está tendo hoje na universidade. O que o preceptor B fazia dentro de sala de aula não é CTS, mas ele sempre buscava trazer contextualização, exemplificação do cotidiano, discussões, pensamento crítico. Ele sempre separava um tempo da aula dele para essa discussão interdisciplinar, tenta trazer para o cotidiano dos alunos essa reflexão. (Residente B1)

Na Unidade Empírica Contribuições da Formação Triangular do PRP – Química notamos que sob os mesmos aspectos avaliados, a percepção dos residentes sobre a aceitação dos preceptores com a Sequência Didática de CTS/Risco, não foi unânime entre os Residentes. Para cerca de metades deles a postura dos Preceptores revelou-se favorável e disponível para implementação. No entanto, para outra metade dos licenciandos, esses aspectos serão discutidos como Dificuldades enfrentadas na Formação Triangular do PRP – Química. Para esse momento trouxemos duas citações (CIT58 a CIT61) que refletem acerca dos aspectos de abertura e disponibilidade.

CIT58: Cara, o Preceptor C eu acho que ele estava muito disposto ali para comprar qualquer coisa que viesse. Ele estava muito aberto, **ele se demonstrou muito aberto a isso, e deixou a gente muito confortável para ir. E ele estava lá, tem hora que ele até falava que ia sair da sala, ficar observando só lá de fora. Então, ele deixou a gente muito à vontade para fazer o que a gente queria. Não sei, durante o planejamento, se teve alguma orientação de alguma coisa que ele achava que era importante manter ou fazer, mas durante a execução a gente estava muito tranquilo para fazer o**

que a gente tinha planejado. Até porque a parte do planejamento das aulas de conteúdo a gente fez individualmente. Então, eu fiz as minhas, depois sozinho. E ele só assistiu, inclusive. (Residente C4)

CIT59: Então, o preceptor C, ele estava muito aberto a isso, porque foi um tema que ele já falou assim, alguém tem que falar sobre isso. Então, ele, **acho que foi algo que ele já estava bem aberto a falar**, e ficou animado com o tema. (Residente C3)

CIT60: Foi. Bem pequena. Os meninos são muito bons. Os que estão comigo. Assim, tem **um ou outro que eu dei um direcionamento, um pitaco. Mas foi mais pitaco mesmo**. Mas, assim, a maioria são muito bons. (Preceptor B)

CIT61: Nesse sentido, eu acho que eu só cobreí. Eu falei, olha, tem que ter isso, tem que ter aquilo, tem que ter aquilo outro. Mas eu efetivamente não participei muito dessa elaboração. **A ideia [do tema] foi minha, basicamente, mas o resto eu deixei com eles. Mesmo porque eu tinha entendido que era um processo de formação deles, né?** (Preceptor C)

A contribuição da Formação Triangular do PRP – Química na UE proporcionou momentos de reflexão sobre as escolhas profissionais dos estudantes de licenciatura. Essas reflexões, baseadas nas experiências compartilhadas em sala de aula, confirmaram o gosto pela carreira de professor, destacando a importância do apoio do preceptor nas primeiras dificuldades enfrentadas. Ao mesmo tempo, também mostraram que a profissão que antes era idealizada não se encaixa mais na realidade vivenciada. As discussões vivenciadas no PRP foram consideradas importantes por contribuir para planejar e reprogramar os passos seguintes durante e após a graduação de forma mais eficiente.

A citação CIT64, do Residente C2, fala sobre o desencanto com a realidade da carreira docente. Já na citada CIT65, o Residente B3 revela que experimentar o dia a dia na escola antes de se formar mostrou uma falta de afinidade com a rotina do professor, levando-o a reconsiderar essa profissão e pensar em seguir outro caminho profissional que havia desejado anteriormente. Por fim, o Residente C1 na Cit66 exemplifica a reflexão acerca das dificuldades encontradas, por meio da ressignificação e do enfrentamento, a partir do espaço dialógico com seu preceptor, com seus pares residentes e com a coordenação do Programa.

CIT 62: Então, **foi um choque mesmo de realidade, mas eu acho que, quando eu entrei no curso de graduação**, eu acho que até mal eu estar revendo isso, porque, você entra com o objetivo, ah, nossa, tenho um sonho de ser parecido com os professores que você tinha no Ensino Básico. E aí, quando você entra, você começa a perder um pouco essa essência, porque você começa a lidar com os percalços dos professores. Ah, é difícil. (Residente C2)

CIT63: **E no Residência está sendo uma experiência muito boa**, muito esclarecedora, falando pessoalmente, porque, assim, eu acho que eu posso falar para você, **eu acabei percebendo que eu não quero mais seguir a licenciatura**, por motivos diversos, mas eu percebi que não é assim o que eu quero mesmo fazer, sabe, eu gosto de química, mas não é o que eu pretendo seguir como carreira mesmo. (Residente B3)

CIT64: ...**porque eu vejo uma frustração de alguns colegas meus, de que eles quando começam a dar aula eles se sentem desamparados**, porque às vezes os alunos não têm motivação, não têm interesse na matéria, não querem aprender, e aí eles ficam assim, e agora o que eu faço com esses alunos? ... E eles se sentem perdidos. E aí eu dou graças a Deus que eu entrei na residência, porque a minha primeira aula da residência não foi muito boa... Então, eu estar ali na residência com o meu Preceptor, que já me conhecia e me deu esse apoio, e depois que eu contei lá no dia [reunião semanal do PRP], e a Coordenadora e os meus colegas falaram, ah, é assim mesmo, a primeira aula é assim mesmo, e aí você vai melhorando e tudo mais. **Eu falo que a residência foi muito importante para mim nesse quesito de eu não me desmotivar...** (Residente C1)

Consideramos que as Citações CIT62 a CIT64 trouxeram exemplos do amadurecimento do olhar dos residentes sobre a profissão docente, por meio das vivências do PRP- Química e sua importância na iniciação da profissão. Destacamos a relevância de se ter um espaço de trocas de vivências e reflexões coletivas sobre as ações pedagógicas, aspecto este já apontado por Nóvoa (2019), que defender a formação docente triangular.

Sob o enfoque da UE Dificuldades enfrentadas na Formação Triangular do PRP – Química foi possível relacionar a forte centralidade do conteúdo tradicional de Química e a incipiente formação em CTS como fator de resistência ou dificuldade na experiência de troca formativa entre residentes e preceptores que na vivência da proposta CTS/Risco. Assim, são exemplos de tais percepções os excertos do Residente B5 (CIT65), do Residente C2 (CIT66) e do Residente B4 (CIT67).

CIT65: Eu percebi que ele abraçou a ideia, mas quando ele viu as nossas propostas de como trazer isso, de fazer sacrifícios com alguns conteúdos, ele se sentiu um tanto resistente. Eu, pelo menos, senti dessa forma. Tanto que o feedback que ele passou algumas vezes é que ele estava com um pé atrás sobre essas primeiras aulas. E a primeira aula era a discussão do filme, e ele também estava um pouco inseguro quanto à forma que a gente escolheu de trabalhar primeiro a consequência e depois falar das causas. Mas, no final, **ele disse que gostou bastante dos resultados, que se surpreendeu e que estava mais aliviado em confiar na gente**. Mas ele mostrou algumas ressalvas dele, mas ele também não criou bloqueios. Acho que a maior interferência dele foi... não é bem uma interferência, **mas o mais próximo que ela chegou de interferir nisso foi ele fazer uma lista dos conteúdos que ele considerava essenciais, que não podia faltar**. (Residente B5)

CIT66: Eu acho que ele recebeu com uma certa apreensão, porque não é o que ele geralmente costuma trabalhar, ele se mostrou assim aí, nossa, mas

será que vai dar certo? Porque eu não trabalho com isso, ele com certeza ele não rejeitou, mas ele com certeza ficou bem apreensivo porque, assim, quando a gente chegou aos residentes, ele já se mostrou apreensivo ah, o que vai ser disso? **Aí ele se acostumou com a ideia de ter residentes, aí depois vai lá e, não, e a proposta CTS? Ele ficou mais apreensivo ainda, como é que eu tenho residentes, eu tenho que meio que liderar os residentes, né tipo, ajudar eles de alguma forma e como é que eu vou ajudá-los nem ainda estou um pouco assim, alheio ao que é a relação CTS, um ensino CTS, e aí ele ficou bem apreensivo e ele ficou assim ah, será que vai dar certo? Será que não vai dar certo?** Ele ficou nisso o tempo todo... (Residente C2)

CIT67: De começo eu percebi que ele não estava gostando muito da ideia. Pareceu que ele, como eu tinha falado, ela não estava entendendo muito. Nem a gente estava entendendo muito bem quais eram esses riscos. **E por não entender muito bem ele estava meio resistente. Depois que a gente começou a trabalhar, ele teve resistência em mais um momento, que foi na primeira aula, que a gente não teria uma aula de conteúdo.** A gente teria uma aula voltada só para ver algumas cenas do filme ["Não olhe para cima"]. Falar sobre as *fakes news* e falar também sobre as mudanças climáticas para depois entrar em combustíveis. Então para ele, a gente dava uma volta muito grande até a gente chegar em combustíveis. (Residente B4)

A compreensão de colaboração que envolve as gerações participantes percebidas na UE Confronto geracional entre os participantes da Formação triangular do PRP-Química é exemplificada na CIT68 do Residente B2. Destacamos que a distância geracional entre os participantes, a evolução na formação inicial em Educação CTS nesses quase vinte e cinco anos que os separam, mostra-se como espaço potencial de trocas de diferentes vivências profissionais e contribuições da triangulação do PRP

CIT68: Nesse conteúdo específico, eu acho que o Preceptor B foi tranquilo porque a temática de combustíveis ela meio que comentou pra gente que quando ela estava trabalhando em orgânica ela comentava um pouquinho de combustíveis. Então, depois que a gente se dedicou a trabalhar nessa temática específica, **às vezes a gente estava dando aula e ela já tinha uma contribuição muito boa para colocar, que a gente talvez estivesse esquecendo que ele já tinha de experiência, sabe?** Que ela falou, né, esse ponto é legal falar disso, que vai chegar nisso, aí a gente foi indo, foi muito tranquilo. (Residente B2)

Essa distância temporal entre os participantes da pesquisa, evidenciou um avanço consciente entre os preceptores e os residentes, correlacionamos isso ao que Massabni (2011) denomina de imitação acrítica de modelos de docência. Para a autora, a formação inicial não impedirá os conflitos, mas percebê-los e questioná-los auxiliam na preparação de novos docentes nos embates profissionais, que viabilizam a crítica e a reflexão para a construção identitária desse novo professor. Isso ocorre valorizando experiências externas, mas reconhecendo e enfrentando os limites

percebidos. Por outro lado, esse processo de formação inicial permite a continuação da formação do professor já experiente, pois abre espaço para questionamento de novos caminhos e resultados. E, dessa forma, retomamos o potencial contributivo da formação triangular defendido por Nóvoa (2019), que possibilita que as novidades do processo de formação inicial permeie suas práticas docentes, ao mesmo tempo, que ele compartilha saberes de suas vivências. Essas trocas podem passar despercebidas para estes atores se não houver momentos de discussão sobre os processos de criação, que nesta pesquisa se consolidou por meio das Sequências Didáticas elaboradas.

As citações relativas à **Quarta Categoria**, referidas até aqui, exemplificam contribuições na formação inicial e continuada viabilizada pela organização triangular do PRP, dentre elas o espaço propício para desenvolvimento de autonomia profissional, bem como perspectivas de maior participação no que se refere às questões ambientais e sociais decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos.

O espaço-tempo vivenciado pelas pesquisadoras no Residência Pedagógica foi tão peculiar e gerou um entrosamento ímpar nos muitos momentos de partilha de saberes, que tanto os preceptores como os residentes sentiram-se à vontade para colaborar com futuras experiências de Formação CTS/Risco. Tomamos isso como um movimento de maturidade e acatamos sugestões para o desenvolvimento de ações pedagógicas mais curtas como nos sugeriu o Preceptor B na CIT69. Outro aspecto foi o destaque da contribuição de Schenk *et al.* (2019) para a inserção do Risco num contexto educacional, como é exemplificado no excerto CIT70, do Residente C1.

CIT 69: Acho que **você deveria ter iniciado conosco**. Porque aí talvez os nossos planejamentos não ficassem tão apertados no tempo para a execução.... Outra coisa que talvez pudesse ajudar, ao invés de escolher uma sequência didática, um conteúdo específico, **a gente escolhesse duas ou três aulas para fazer uma intervenção sobre o assunto**. Eu acho que talvez nós pecamos nisso. Nós pegamos uma sequência didática. Talvez a sequência didática seria mais para o final do processo da residência. Porque aí seria uma evolução. Uma construção. (Preceptor B)

CIT70: acho que se a gente **tivesse trabalhado mais em cima daquele artigo [Schenk *et al.* (2019)], aquele que teve que traduzir, eu acho que, se a gente tivesse trabalhado mais tempo em cima dele, a gente teria entendido o risco mais fácil e conseguido implementar melhor nas nossas aulas**. Mas só isso. (Residente C1)

Diante dos resultados discutidos neste Capítulo, consideramos que a Formação CTS/ Risco reitera a nossa hipótese em compreender o Risco como

caminho para a Educação CTS na sala de aula de Educação em Ciências. O processo formativo evidenciou importantes colaborações para se pensar as posições técnicas e políticas da Ciência e Tecnologia, bem como facilitou discussões acerca da falibilidade e da não neutralidade da Ciência, promoveu reflexões dos impactos que os avanços científicos tecnológicos têm imposto à sociedade e ainda, viabilizou a vivência de se implementar tais debates na sala de aula de Educação em Ciências do Ensino Básico.

Trouxemos também como destaque o potencial questionador das práticas e papéis docente/discente tradicionais, como meio de enfrentamento de paradigmas que sustentam a lógica de consumo e produção que impõe riscos sociais, econômicos, ambientais, dentre outros, os quais precisam estar em evidência nos processos de tomada de decisão e de participação social.

Corroborando ainda para os benefícios alcançados com a Formação CTS/Risco, elencamos produtos de continuidade dentre eles destacamos um e-Book elaborado a partir de organizações pedagógicas do ensino de química por meio da inserção do risco numa abordagem CTS (Cortez, 2024). Além disso, também fomos chamadas a colaborar durante a realização de oficinas, apresentações orais de mesma temática na Jornada PIBID e PRP UnB 2024. Por fim, os residentes, amparados conceitualmente na formação em CTS/Risco levaram ao XXII Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) produções decorrentes dessa experiência.

As dificuldades encontradas e aqui relatadas nos alertam para a importância da continuidade do enfrentamento, confirmando a força potencial da parceria Universidade-Escola, Inovação-Experiência desenvolvida em meio a reflexividade sobre o contexto de individualização que a sociedade atual se encontra.

Por fim, não se trata mais de lidarmos como uma Sociedade de Riscos invisibilizados ou como produtos mercantis, mas sim, uma sociedade que enfrenta os riscos postos a ela, como meio de proteção de catástrofes e de combate às desigualdades, sejam elas de classes ou individualizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos propomos neste estudo a compreender quais as possíveis contribuições do conceito de risco para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que contemplem a relação CTS entre licenciandos do curso de Química. Desse modo, buscamos pelo diálogo de três consolidados campos: a Sociologia do Risco, a Educação em Ciências e a Educação CTS.

Percebemos ao longo da revisão da literatura múltiplos trabalhos que relacionam Educação em Ciências e Educação CTS. Em menor quantidade, trabalhos que aproximam a Sociologia do Risco à Educação em Ciências. Desse modo, inicialmente vislumbrávamos nossa contribuição na intersecção dos três campos. Importa destacar que embora identificássemos diversas vertentes no campo da Sociologia do Risco, foi a partir do pensamento Social da Sociedade de Risco, de Ulrich Beck (1944-2015) que fundamentamos majoritariamente as discussões trazidas neste trabalho.

A partir deste pensamento social, os riscos funcionam como os limites da atual estrutura social. São riscos compreendidos como latentes ou invisibilizados durante o processo de modernização. São riscos desenvolvidos na esfera ambiental, social, econômica, educacional, profissional, política, dentre outros, que podem ou não ser anunciados pela ciência e que possuem potencial mercadológico. Percebe-se desse modo, que os riscos não apresentam a força de organização social que outrora percebemos por meio das classes ou sindicatos, mas usufruem das vozes culturalmente legitimadas da ciência e da tecnologia para a manutenção da lógica da produção e consumo.

As contribuições da Sociedade de Risco perpassam a superação do entendimento de uma ciência exclusivamente solucionadora de problemas, para a incorporação da sua parte geradora de impactos. Esta abordagem nos convida a pensar na contribuição advinda de não especialistas num confronto dialógico acerca dos limites colaborativos da ciência, de sua falibilidade e de sua não neutralidade; com isso, incorporando um duplo papel: técnico e político. O autor defende que o risco oferece suporte informacional acerca das mudanças sociais que ocorrem a partir deles, consequências agora inegáveis dos avanços científicos e tecnológicos. O estudo sobre Risco, viabiliza a tomada de consciência, não só acerca dos benefícios

da modernização, mas também sobre as privatizações de riscos, as desigualdades individualizadas e as desonerações do Estado.

A Educação em Ciências, deve promover a formação de indivíduos aptos a participarem crítica e ativamente da sociedade exercendo sua cidadania. Para isso é necessário a superação da distância dialógica entre as ciências naturais e as humanas. Por compreenderem a relevância dessas discussões, alguns trabalhos têm buscado articulações entre o conceito risco e a educação científica, sejam elas na contribuição objetiva nas avaliações de riscos, ou na subjetiva, por meio das percepções dele.

Por sua vez, a Educação em Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS), precisa viabilizar uma sala e aula que contemple uma abordagem mais transdisciplinar do que disciplinar. Desse modo, a Educação CTS incorpora as perspectivas de diferentes atores sociais, como cientistas, representantes do governo, do setor produtivo, organizações não-governamentais e a mídia. Com isso, distancia-se da compreensão soberana da ciência e localiza suas contribuições considerando seus limites. Tudo isso, convida ao rompimento dos papéis tradicionais das Ciências da Natureza, da atuação ortodoxa do professor e do estudante, bem como promove espaços de diálogo e reflexão que ajudem as pessoas a agirem, a tomar decisões e a entender o que está em jogo nas discussões dos especialistas.

Nesse sentido, vislumbramos na abordagem sociológica do Risco, potencial de contribuição para o desenvolvimento de uma Educação CTS na sala de aula de Educação em Ciências, promotor de crítica e de reflexão acerca dos impactos científicos e tecnológicos sobre a sociedade. Os objetivos foram construídos em torno da formação inicial; no entanto, a realização da formação CTS/Risco ter sido no ambiente do PRP- Química, viabilizou sua extensão à formação continuada, aproximando Universidade e Escola, Professor e Licenciando, além de, experiência e inovação.

Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa foi objetivo geral desta pesquisa investigar o potencial de um grupo colaborativo de professores e licenciandos em química, fundamentados na Educação CTS articulado ao Risco Sociológico, para engendrar processos reflexivos sobre as próprias práticas e identificar as contribuições e limitações destes campos do conhecimento, a partir dos desdobramentos de suas práticas em aulas de química. Temos resultados de contribuições da Inserção do Risco como caminho para a Educação CTS alcançados

por meio dos objetivos específicos em que foi desenvolvido uma proposta didática, no espaço de formação do Programa Residência Pedagógica (PRP) do Curso de Licenciatura em Química, acerca da temática risco em articulação com a relação CTS em práticas de sala de aulas de Química desenvolvidos pelo grupo de residentes em parceria com seus preceptores (professores de Educação Básica) e da Professora Coordenadora do PRP (Universidade) e assim discutido, refletido e avaliado os impactos do desenvolvimento dessa proposta nos sujeitos envolvidos.

Entre os resultados, localizamos a força da centralidade dos conteúdos mesmo objetivando uma abordagem CTS. Decorrente disso, entendemos a necessidade de uma formação profissional ainda mais atenta com o rompimento dessa lógica tradicional conteudista, pois essa ruptura continua sendo um dos maiores desafios nas formações docentes. Foi percebido um avanço formativo em relação à Educação CTS, no contexto comparativo entre as gerações dos participantes, o que trouxe oportunidade de reflexão e de construção de ações pedagógicas dentro do espectro CTS.

Embora discreta a formação inicial em Educação CTS, as disciplinas da graduação bem como a formação CTS/Risco oportunizada pelo PRP, viabilizaram importantes momentos para questionamentos sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade e ainda trouxeram reflexões e críticas sobre a visão tradicional da ciência, pois aproximaram debates sobre a neutralidade e intencionalidade da CT, o lado técnico e político da ciência, dentro outros. Com isso, os resultados também evidenciaram os benefícios do Programa Residência Pedagógica, sobre a égide da parceria Universidade – Escola.

Os resultados ainda evidenciaram reflexões acerca das classificações e do aprofundamento alcançados nas ações pedagógicas desenvolvidas, bem como explicitaram dois importantes aspectos, cerne tanto dos estudos sobre o risco, como da Educação CTS: a tomada de decisão e a participação social. Além disso, localizamos o caminhar para uma cientifização reflexiva, em se supera a compreensão de uma ciência restritamente solucionadora de problemas, incorporando seu potencial produtor de riscos. Nessa direção, identificamos relatos acerca da percepção dos limites de uma tecnologia, bem como a reflexividade sobre os impactos sociais relacionados a ela.

Uma importante repercussão foi a localização do lado político nos debates realizados e a reflexão sobre o interesse pela aprendizagem desenvolvido pelos

estudantes. Aliado a isso, sobre a prática pedagógica, percebeu-se experimentalmente a importância e o desafio da escuta ativa com os estudantes, além da consciência dos limites epistemológicos e da necessidade transdisciplinar para a construção de um processo reflexivo.

Por fim, apresentando o último resultado e respondendo à questão central desta tese que é “Quais contribuições o conceito de risco pode aportar para o desenvolvimento de práticas pedagógicas que contemplem a relação CTS entre licenciandos do curso de Química?”, entendemos que a abordagem sociológica do Risco contribuiu como caminho promotor de reflexão para os debates que a Educação CTS se propõe a trazer para sala de aula de Educação em Ciências.

No percurso metodológico que fizemos, optamos pela Análise Textual Discursiva para tratamento dos dados, o que resultou em quatro Categorias, desenvolvidas nos diálogos entre as Unidades Empíricas com a fundamentação Teórica. Essa categorização nos ajudou na **Percepção de Ciência dos participantes antes da Formação CTS/Risco**, a analisar os **Desafios e Limites encontrados durante a Formação CTS/Risco**, a pensarmos **Contribuições e Avanços alcançados durante a Formação em CTS/Risco** e os potenciais **Trocas Formativas entre os participantes do Programa Residência Pedagógica – Química**. Precisamos pensar em alguns elementos para incorporarmos numa segunda formação em CTS/Risco que seria as diferenças impostas sobre a adoção de uma Educação CTS na sala de aula de Educação em Ciências entre escolas da rede particular e pública. Nesse local, poderíamos avaliar a força determinante das diretrizes curriculares e dos Exames de admissão ao Ensino Superior.

Assim, finalizo este trabalho agradecida pelas oportunidades recebidas, dentre elas as ricas reflexões advindas do espaço coletivo de partilha, a formação continuada que recebi, quando inicialmente pensava ofertar e a renovação da esperança nos processos de transformação social promovidas pela Educação.

REFERÊNCIAS

Adams, J. **Risco**. Tradução de Lenita Rimoli Esteves. São Paulo: Senac, 2009.

Aikenhead, G. What is STS science teaching. **STS education: International perspectives on reform**, v. 2, n. 12, p. 47-59, 1994.

Aikenhead, G. S. **Science education for everyday life: evidence-based practice**. New York: Teachers College Press, 2006.

Alarcão, I. **Professores Reflexivos em uma escola reflexiva**. 1ª ed. São Paulo: Cortez, 2022.

Altenberga, J.; Rubene, Z. How to learn science literacy? Overview of most topical and researched learning approaches. *In: Proceedings of the ATEE Annual Conference*. 2022. p. 487-498.

Auler, D.; Delizoicov, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, n. 02, p. 122-134, 2001.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis. 2002.

Auler, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 5, n. 01, p. 68-83, 2003.

Auler, D.; Bazzo, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 01, p. 01-13, 2001.

Auler, D.; Delizoicov, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Seminário Ibérico CTS no ensino das ciências: las relaciones CTS en la Educación Científica**, v. 4, p. 1-7, 2006a.

Auler, D.; Delizoicov, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006b.

Beck, U. **Liberdade ou capitalismo**: Ulrich Beck conversa com Johnnes Willms. São Paulo: Unesp, 2003.

Beck, U. **World at Risk**. Cambridge: Polity Press, 2009.

Beck, U. **Sociedade de Risco**: rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2011.

Beck, U.; Giddens, A.; Lash, S. **Modernização Reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. Tradução de Magda Lopes. São Paulo: Fundação Editora da Unesp, 2012.

Binatto, P. F.; Chapani, D.; Duarte, A. C. S. Formação reflexiva de professores de ciências e enfoque ciência, tecnologia e sociedade: possíveis aproximações. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 131-152, 2015.

Binatto, P. F.; Machado, P. F. L. Itinerário Formativo para a Educação Profissional de Nível Médio: um olhar a partir da Educação CTS crítica. In: XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2023, Caldas Novas. **Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campina Grande: Realize Editora, 2023.

Bourdieu, P. Outline of a Theory of Practice. In: **The new social theory reader**. Routledge, 1977. p. 80-86.

Brasil. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018.

Brasil. Ministério da Educação. Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica. Brasília: MEC, 2019. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: [data do acesso].

Brizola, J.; Fantin, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos-RELVA**, v. 3, n. 2, 2016.

Brüseke, F. J. **A técnica e os riscos da modernidade**. Editora da UFSC, 2001.

Bursztyn, M.; Pietrocola, M. Seminário do ciclo "As Várias Faces do Risco e os Desafios da Educação na Sociedade contemporânea", 1, São Paulo: USP. **Educação e Sustentabilidade - Parte 1 de 2**, 2019. Disponível em: <<http://www.iea.usp.br/midiateca/video/videos-2019/educacao-e-sustentabilidade-parte-1>>. Acesso em: 30 julho 2020.

Cachapuz, A.; Paixão, F.; Lopes, J. B.; Guerra, C. Do estado da arte da pesquisa em educação em ciências: linhas de pesquisa e o caso "Ciência-Tecnologia-Sociedade". **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 27-49, 2008.

Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. Da Educação em Ciência às orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**, 10, n. n. 3, 363-381, 2004.

Calefi, P. S.; Fortunato, I. O professor reflexivo para o ensino de ciências com abordagem CTS. **Ensino em Revista**, p. 474-485, 2018.

Carvalho, I. C. M.; Farias, C. R.; Pereira, M. V. A missão "ecocivilizatória" e as novas moralidades ecológicas: a educação ambiental entre a norma e antinormatividade. **Ambiente & Sociedade**, v. 14, p. 35-49, 2011.

Castro, M. M. C.; Amorim, R. M. D. A. A formação inicial e a continuada: diferenças conceituais que legitimam um espaço de formação permanente de vida. **Cadernos Cedes**, v. 35, p. 37-55, 2015.

Chizzotti, A. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

Chrispino, A. O Enfoque CTS-Ciência, Tecnologia e Sociedade e seus impactos no ensino. **Revista Tecnologia & Cultura**, v. 10, p. 7-17, 2008.

Chrispino, A.; Lima, L. S. D.; Albuquerque, M. B. D.; Freitas, A. C. C. D.; Silva, M. A. F. B. D. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Ciência & Educação** (Bauru), v. 19, p. 455-479, 2013.

Christensen, C. Risk and school science education. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 205-223, 2009.

Costa, D. D.; Franzolin, F. **A Base Nacional Comum Curricular e o componente de ciências da natureza e suas tecnologias para o Ensino Médio no contexto da Sociedade de Risco**. IV Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática - PEHCM UFABC. Santo André- SP: [s.n.]. 2022.

Cross, R. T. The risk of risks: A challenge and a dilemma for science and technological education. **Research in Science & Technological Education**, v. 11, n. 2, p. 171-183, 1993.

Dagnino, R. O que é o PLACTS (Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade)? **Ângulo**, n. 140, p. 47-61. 2017.

Demajorovic, J. **Sociedade de Risco e responsabilidade socioambiental: Perspectivas para a educação corporativa**. Senac, 2003.

Dewey, J. Por que o ato de pensar reflexivo deve constituir um fim educacional? In: Romão, J. E.; Rodrigues, V. L. (Orgs.), **John Dewey** (p. 111-128). Recife: Fundação Joaquim Nabuco: Massangana, 2010.

Diniz-Pereira, J. E. A prática como componente curricular na formação de professores. **Educação**. Santa Maria, p. 203-218, 2011.

Domiciano, T. D.; Lorenzetti, L. A educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de teses e dissertações brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 1-21, 2019.

Dorigon, T. C.; Romanowski, J. P. A reflexão em Dewey e Schön. **Revista Intersaberes**, v. 3, n. 5, p. 8-22, 2008.

Duarte, M. da C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 03, p. 317-331, 2004.

Feijó, J. R.; França, J. M. S. de. Diferencial de desempenho entre jovens das escolas públicas e privadas. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 51, p. 373-408, 2021.

Fernandes, J. P.; Gouvêa, G. A perspectiva CTS e a abordagem de questões sociocientíficas no ensino de ciências: aproximações e distanciamentos. # Tear: **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, 2020.

Fernandes, R. F.; Machado, P. F. L. Educação CTS na formação inicial de professores e professoras de química: o que enfatizam teses e dissertações brasileiras? **Revista Cocar**, v. 20, n. 38, p. 1-22, 2024.

Freire, P. A alfabetização como elemento de formação da cidadania. In: _____ **Política e Educação: ensaios**. São Paulo: Cortez, 1993.

Galiazzi, M. D. C.; Sousa, R. S. **Análise textual discursiva: uma ampliação de horizontes**. 2022, 192p.

García. M. I.G.; López, J. L.L.; Cerezo, J. A. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Tecnos, 1996.

Gatti, B.; André, M. **A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em Educação no Brasil**. Metodologias da pesquisa qualitativa em educação: teoria e prática. Tradução. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010

Giddens, A.; Sutton, W. P. **Conceitos essenciais da sociologia**. SciELO-Editora Unesp, 2017.

Gil, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2021.

Gomes, I.; Hussein, F. R. G. e S. CTSA no Ensino de Ciências: Uma Revisão Sistemática das Propostas Educacionais Presente na Literatura. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], p. e55152, 1–27, 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/55152>. Acesso em: 21 jun. 2025.

Guerra, I. C. **Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso**. Lucerna, 2006.

Guivant, J. S. A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.16, p. 95-112, 2001.

Hansen, J.; Hammann, M. Risk in science instruction: the realist and constructivist paradigms of risk. **Science & Education**, v. 26, p. 749-775, 2017.

Hodson, D. Science Education as a call to action. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v.10, p. 197-206, 2010.

Japiassu, H. **Um desafio à educação: repensar a pedagogia científica**. Letras & Letras, 1999.

Kist, D.; München, S. A educação CTS e os processos de formação e atuação docente em ciências: uma revisão bibliográfica. **# Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, 2021.

Kolstø, S. D. Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 14, p. 1689-1716, 2006.

Lacerda, N. O. S.; Strieder, R. B. Educação CTS e formação de professores: dimensões a serem contempladas a partir do modelo crítico-transformador. **Educação e Fronteiras**, v. 9, n. 25, p. 110-126, 2019.

Levinson, R.; Kent, P.; Pratt, D.; Kapadia, R.; Yogui, C. Developing a pedagogy of risk in socio-scientific issues. **Journal of Biological Education**, v. 45, n. 3, p. 136-142, 2011.

Lima, M. L. Factores Sociais na percepção de riscos. **Psicologia**, v. 12, n. 1, p. 11-28, 1998.

Lupton, D. **Risk**. 2. ed. 2nd Edition. 2013.

Machado, T. A.; da Cruz, Y. K. S.; Freitas, C. C. G.; de Souza Poletto, R. Ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores em Ciências Biológicas: uma análise curricular. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 35, 2019.

Machado, P. F. L.; Ibraim, S. S. Educação CTS na formação inicial de professores: um olhar para o processo formativo. Coutinho, F. A.; Silva, F. A. R.; Franco, L. G.; Viana, G. M. [Org.] Tendências de pesquisas para a Educação em Ciências [livro eletrônico]. São Paulo: Editora Na Raiz, 2022. Disponível em: <https://editoranaraiz.wordpress.com/2022/10/25/tendencias-de-pesquisas-para-a-educacao-em-ciencias/>. Acesso em 04/12/2023.

Marconi, M. A.; Lakatos, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Atlas, 2022.

Martínez Pérez, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp. 2012.

Martins, I. P. Políticas públicas e formação de professores em educação CTS. **Unipluriversidad**, v. 14, n. 2, p. 50-62, 2014.

Mendes, A. A.; Müller, M. G.; Marques, N. L. R. Estado do conhecimento sobre a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade na formação de professores de Ciências: uma análise crítica. **Revista Educar Mais**, v. 8, p. 38-51, 2024.

Moraes, R.; Galiazzi, M. do C. **Análise textual: discursiva**. Editora Unijuí, 2007.

Nogueira, M. A.; Catani, A. M.; Hey, A. P.; Medeiros, C. **Vocabulário Bourdieu**. 1ª. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2017.

Nóvoa, A. Os Professores e a sua formação num tempo de metamorfose da escola. **Educação & Realidade**, Porto Alegre, v. 44, n. 3, 2019. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-62362019000300402&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 24 outubro 2019.

Pedretti, E. Teaching science, technology, society and environment (STSE) education: Preservice teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2003. p. 219-239.

Pedretti, E.; Nazir, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

Pedrosa, M. A.; Henriques, M. H. Encurtando distâncias entre escolas e cidadãos: enredos ficcionais e educação em ciências. **REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 2, n. 3, p. 5, 2003.

Pereira, D. C. **Nova Educação na Nova Ciência para a Nova Sociedade - Fundamentos de uma pedagogia científica contemporânea**. Porto: Editora da Universidade do Porto, v. I, 2007.

Pietrocola, M.; Rodrigues, E.; Bercot, F.; Schnorr, S. Risk Society and Science Education: Lessons from the Covid-19 Pandemic. **Science & Education**, v. 30, n. 2, p. 209-233, 2021.

Pietrocola, M.; Souza, C. R. D. A sociedade de risco e a noção de cidadania: desafios para a educação científica e tecnológica. **Linhas Críticas**, Brasília, p. 56-73, 2019.

Pitanga, Â. F. Crise da modernidade, Educação ambiental, Educação para o Desenvolvimento Sustentável e Educação em Química Verde: (re)pensando paradigmas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 18, p. 141-159, 2016.

Quicke, J. The science curriculum and education for democracy in the risk society. **Journal of curriculum Studies**, v. 33, n. 1, p. 113-127, 2001.

Radakovic, N. "People can go against the government": Risk-based decision making and high school students' concepts of society. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 15, n. 3, p. 276-288, 2015.

Rodrigues, L. Z.; Pereira, B.; Mohr, A. Recentes imposições à formação de professores e seus falsos pretextos: as BNC formação inicial e continuada para controle e padronização da docência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35617-39, 2021.

Rothemberg, D.; Kerbaui, M. T. M. A Relevância da Teoria da Sociedade de Risco para os Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia. In: Innocentinihayashi, M. C. P.; Rigolin, C. C. D.; Kerbaui, M. T. M. **Sociologia da Ciência: contribuições ao campo CTS**. Campinas, SP: Alínea, p. 239-266, 2014.

Santin, D. M. Fontes de informação para o ensino, a aprendizagem e a pesquisa em Educação em Ciências. In: Robaina, J. V. L. *et al.* (orgs.). **Fundamentos teóricos e**

metodológicos da pesquisa em educação em ciências. Curitiba: Bagai, 2021. p. 10-27.

Santos, M. D.; Prudêncio, C. A. V.; da Silva, M. D.; Dias, I. R.; Correia, E. L. P. A perspectiva CTS na formação inicial de professores de Ciências e Biologia: o que dizem especialistas da área. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, p. 401-412, 2019.

Santos, R. A. D.; Auler, D. Práticas educativas CTS: busca de uma participação social para além da avaliação de impactos da ciência-tecnologia na sociedade. **Ciência & Educação** (Bauru), 25, n. 2, p. 485-503, 2019.

Santos, W. L. P. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, p. 109-131, 2008.

Santos, W. L. P. Significados da Educação Científica com Enfoque CTS. In: Santos, W. L. P.; Auler, D. **CTS e Educação Científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Editora da Universidade de Brasília, v. 1, p. 21-39, 2011.

Santos, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, p. 474-492. 2007.

Santos, W. L. P.; Mortimer, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

Schenk, L.; Hamza, K. M.; Enghag, M.; Lundegård, I.; Arvanitis, L.; Haglund, K.; Wojcik, A. Teaching and discussing about risk: Seven elements of potential significance for science education. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 9, p. 1271-1286, 2019.

Schnorr, S. M.; Ranniery, T. Educação para o Risco: Regulando a docência em Ciências na era da insegurança. **Currículo sem fronteiras**, v. 21, n. 3, p. 1350-1373, 2021.

Schön, D. A. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Penso Editora, 2009.

Schwalm, F. U. *et al.* Tipos de pesquisa quanto aos objetivos. In: Robaina, J. V. L. *et al.* (orgs.). **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação em ciências**. Curitiba-PR: Bangai, 2021. p. 46-52.

Silva, V. F.; Bastos, F. Formação de Professores de Ciências: reflexões sobre a formação continuada. **Alexandria** v. 5, n. 2, p. 150-188, 2012.

Strieder, R. B.; Kawamura, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 10, p. 27-56, 2017.

Solomon, J. Risk: Why Don't They Listen to Us? **Studies in Science Education**, v. 1, n. 39, p. 125-141, 2003.

Strieder, R. B.; Kawamura, M. R. D. Perspectivas de participação social no âmbito da educação CTS. **Uni-pluriversidad**, v. 14, n. 2, p. 101-110, 2014.

Sjöström, J.; Eilks, I.; Zuin, V. G. Towards eco-reflexive science education: A critical reflection about educational implications of green chemistry. **Science & Education**, v. 25, p. 321-341, 2016.

Suarez, R. Nota sobre o conceito de Bildung (formação cultural). **Kriterion: Revista de Filosofia**, v. 46, p. 191-198, 2005.

Szymanski, H.; De Almeida, L. R.; Prandini, R. C. A. R. **A entrevista na pesquisa em educação: a prática reflexiva**. Autores associados, 2018.

Teixeira, P. M. M.; Megid Neto, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055- 1076, 2017.

Vaccarezza, L. S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de educación**, v. 18, p. 13-40, 1998.

Valladares, L. Pedagogías del Riesgo: alfabetización científica en tiempos de pandemia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 19, n. 1, p. 130101-130123, 2022.

Villaverde, A. R. R. *et al.* Tipos de pesquisa quanto a abordagem. *In*: Robaina, J. V. L. *et al.* (orgs.). **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação**. Curitiba - PR: Bagai, 2021a. p. 28-39.

Villaverde, A. R. R. *et al.* Tipos de pesquisa quanto a sua natureza. *In*: Robaina, J. V. L. *et al.* (org.). **Fundamentos teóricos e metodológicos da pesquisa em educação**. Curitiba- PR: Bangai, 2021b. p. 40-45.

von Linsingen, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007.

Wiezoreck, C. A integração da pesquisa qualitativa na formação de professores: compreensão e reflexão da ação pedagógica através de um estudo de caso. *In*: Weller, W.; Pfaff, N. (orgs.). **Metodologias da Pesquisa Qualitativa em Educação - Teoria e Prática**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2010. p. 317-323.

Zeichner, K. M. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas**. Educa, 1993.

Zeidler, D. L.; Sadler, T. D.; Simmons, M. L.; Howes, E. V. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

Zeidler, D. L.; Nichols, B. H. Socioscientific issues: Theory and practice. **Journal of elementary science education**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 2009.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – RESIDENTES

Convidamos o(a) Sr.(a) **discente do curso de Licenciatura em Química e integrante do Programa Residência Pedagógica (PRP) - Química**, a participar, como voluntário(a), do Projeto de pesquisa de doutorado intitulado “Risco na Educação Científica: Um caminho para refletir a relação entre ciência, tecnologia e sociedade”, que tem como finalidade compreender as possíveis contribuições da introdução do conceito de risco na formação profissional de licenciandos de Química e como e se ela pode estimular a reflexão das relações sobre ciência, tecnologia e sociedade, embasando os futuros professores para o reconhecimento da importância de uma educação CTS como meio colaborador para a formação cidadã dos sujeitos e ampliando a qualidade geral da sua prática.

Vossa participação envolve se dispor a participar da formação teórico -metodológica em risco e CTS, a desenvolver material didático que busque contemplar o referencial teórico estudado, a ser entrevistado(a) e a responder perguntas sobre a trajetória profissional e atuação pedagógica pelo PRP- Química. A entrevista ocorrerá de forma flexível a partir de um roteiro prévio elaborado pelas pesquisadoras responsáveis com perguntas abertas em que o(a) senhor(a) poderá responder livremente sobre o tema. A entrevista acontecerá em dia e horário previamente acordado e de vossa conveniência. Essa entrevista e os encontros para discussão do material didático produzido serão gravados, posteriormente transcritos e utilizados como material de análise pelas pesquisadoras para compor e divulgar os resultados obtidos.

Nenhuma questão da entrevista ou apresentada nos encontros oferecem riscos à dignidade ou integridade física, mental ou moral dos(as) participantes. A entrevista e os encontros oportunizarão momentos de reflexão sobre a atuação docente no curso de Licenciatura em Química e o(a) entrevistado(a) poderá expor seus anseios, interesses, dificuldades, necessidades e compreensões sobre a Educação CTS, o conceito sociológico de risco e o processo de formação de professores(as).

Os resultados dessa pesquisa poderão ser divulgados em encontros, congressos e periódicos científicos, resguardando o sigilo da identidade do(a) entrevistado(a) no material produzido. De forma geral, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para o fortalecimento de discussões críticas no campo de investigação acerca do Ensino de Ciências, mais especificamente sobre a formação inicial de professores de química na perspectiva da Educação CTS.

Diante das informações sobre os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade, os riscos, os benefícios e os objetivos do projeto citado, solicitamos, gentilmente, que manifeste vosso livre consentimento em participar:

Nome do(a) participante: _____

Assinatura do(a) participante

Contato (e-mail), caso queira receber os resultados desta pesquisa: _____

Agradecemos vossa colaboração!

Assinaturas das pesquisadoras responsáveis:

Ms. Deíne B. Miranda

Prof.^a Dra. Patrícia F. L. Machado (IQ/UnB)

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – PRECEPTORES

Convidamos o(a) Sr.(a) docente, atuante na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal e integrante do Programa Residência Pedagógica (PRP) - Química, a participar, como voluntário(a), do Projeto de pesquisa de doutorado intitulado “Risco na Educação Científica: Um caminho para refletir a relação entre ciência, tecnologia e sociedade”, que tem como finalidade compreender as possíveis contribuições da introdução do conceito de risco na formação profissional de licenciandos de Química e como e se ela pode estimular a reflexão das relações sobre ciência, tecnologia e sociedade, embasando os futuros professores para o reconhecimento da importância de uma educação CTS como meio colaborador para a formação cidadã dos sujeitos e ampliando a qualidade geral da sua prática.

Vossa participação envolve se dispor a participar da formação teórico-metodológica em risco e CTS, auxiliar no desenvolvimento e aplicação de material didático que busque contemplar o referencial teórico estudado, a ser entrevistado(a) e a responder perguntas sobre a trajetória profissional e atuação pedagógica Realizada por meio do PRP - Química. A entrevista ocorrerá de forma flexível a partir de um roteiro prévio elaborado pelas pesquisadoras responsáveis com perguntas abertas em que o(a) senhor(a) poderá responder livremente sobre o tema. A entrevista acontecerá em dia e horário previamente acordado e de vossa conveniência. Essa entrevista e os encontros para discussão do material didático produzido serão gravados, posteriormente transcritos e utilizados como material de análise pelas pesquisadoras para compor e divulgar os resultados obtidos.

Nenhuma questão da entrevista ou apresentada nos encontros oferece riscos à dignidade ou integridade física, mental ou moral dos(as) participantes. A entrevista e os encontros oportunizarão momentos de reflexão sobre a atuação docente no curso de Licenciatura em Química e o(a) entrevistado(a) poderá expor seus anseios, interesses, dificuldades, necessidades e compreensões sobre a Educação CTS, o conceito sociológico de risco e o processo de formação de professores(as).

Os resultados dessa pesquisa poderão ser divulgados em encontros, congressos e periódicos científicos, resguardando o sigilo da identidade do(a) entrevistado(a) no material produzido. De forma geral, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para o fortalecimento de discussões críticas no campo de investigação acerca do Ensino de Ciências, mais especificamente sobre a formação inicial de professores de química na perspectiva da Educação CTS.

Diante das informações sobre os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade, os riscos, os benefícios e os objetivos do projeto citado, solicitamos, gentilmente, que manifeste vosso livre consentimento em participar:

Nome do(a) participante: _____

Assinatura do(a) participante

Contato (e-mail), caso queira receber os resultados desta pesquisa: _____

Agradecemos vossa colaboração!

Assinaturas das pesquisadoras responsáveis:

Ms. Deíne B. Miranda

Prof.^a Dra. Patrícia F. L. Machado (IQ/UnB)

APÊNDICE C

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – COORDENAÇÃO

Convidamos a Sra, Coordenadora do Programa Residência Pedagógica (PRP)- Química, a participar, como voluntária, do Projeto de pesquisa de doutorado intitulado “Risco na Educação Científica: Um caminho para refletir a relação entre ciência, tecnologia e sociedade”, que tem como finalidade compreender as possíveis contribuições da introdução do conceito de risco na formação profissional de licenciandos de Química e como e se ela pode estimular a reflexão das relações sobre ciência, tecnologia e sociedade, embasando os futuros professores para o reconhecimento da importância de uma educação CTS como meio colaborador para a formação cidadã dos sujeitos e ampliando a qualidade geral da sua prática.

Vossa participação envolve se dispor a participar da formação teórico -metodológica em risco e CTS, auxiliar no desenvolvimento e aplicação de material didático que busque contemplar o referencial teórico estudado, a ser entrevistado(a) e a responder perguntas sobre a trajetória profissional e atuação pedagógica realizada por meio do PRP - Química. A entrevista ocorrerá de forma flexível a partir de um roteiro prévio elaborado pelas pesquisadoras responsáveis com perguntas abertas em que o(a) senhor(a) poderá responder livremente sobre o tema. A entrevista acontecerá em dia e horário previamente acordado e de vossa conveniência. Essa entrevista e os encontros para discussão do material didático produzido serão gravados, posteriormente transcritos e utilizados como material de análise pelas pesquisadoras para compor e divulgar os resultados obtidos.

Nenhuma questão da entrevista ou apresentada nos encontros oferecem riscos à dignidade ou integridade física, mental ou moral dos(as) participantes. A entrevista e os encontros oportunizarão momentos de reflexão sobre a atuação docente no curso de Licenciatura em Química e o(a) entrevistado(a) poderá expor seus anseios, interesses, dificuldades, necessidades e compreensões sobre a Educação CTS, o conceito sociológico de risco e o processo de formação de professores(as).

Os resultados dessa pesquisa poderão ser divulgados em encontros, congressos e periódicos científicos, resguardando o sigilo da identidade do(a) entrevistado(a) no material produzido. De forma geral, espera-se que os resultados desta pesquisa contribuam para o fortalecimento de discussões críticas no campo de investigação acerca do Ensino de Ciências, mais especificamente sobre a formação inicial de professores de química na perspectiva da Educação CTS.

Diante das informações sobre os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade, os riscos, os benefícios e os objetivos do projeto citado, solicitamos, gentilmente, que manifeste vosso livre consentimento em participar:

Nome do(a) participante: _____

Assinatura do(a) participante

Contato (e-mail), caso queira receber os resultados desta pesquisa: _____

Agradecemos vossa colaboração!

Assinaturas das pesquisadoras responsáveis:

Ms. Deíne B. Miranda

Prof.^a Dra. Patrícia F. L. Machado (IQ/UnB)

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO – 1º ENCONTRO

RISCO NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: UM CAMINHO PARA REFLETIR A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	
1º Encontro – Residência Pedagógica	
1. Nome	
2. Semestre	
3. A partir da sua experiência, o que você entende como Educação CTS?	
4. No contexto de educação científica, que entendimentos emergem para você a palavra “risco”?	

APÊNDICE E

ROTEIRO DE ENTREVISTA REFLEXIVA SEMI-DIRIGIDA - RESIDENTES

Momento 1: Contato inicial

6.2.1. Objetivos: Apresentação do entrevistador, consentimento, ambientação do entrevistado e esclarecimento do objetivo da pesquisa

De partida, gostaria muito de **agradecer** por disponibilizar o seu tempo para contribuir com esta pesquisa. Como você já sabe, meu nome é Deíne e sou estudante do PPGEduC dessa Instituição e orientada pela Professora Patrícia. Na minha pesquisa, **conto com a sua participação, para saber sobre os efeitos que a inserção do conceito de risco por meio de uma educação CTS pode trazer para sua formação inicial de professor de química.**

O objetivo da pesquisa que estamos desenvolvendo é compreender as possíveis contribuições da introdução do conceito de risco na formação profissional de licenciandos de Química e como e se ela pode estimular a reflexão das relações sobre ciência, tecnologia e sociedade.

Gostaria de registrar que **sua participação é muito importante para nós, pois ela relatará sobre o que foi essa iniciativa para elaboração de sequências didáticas** comprometidas com o risco e o CTS no âmbito do Residência pedagógica do IQ/UnB. **É do interesse da nossa pesquisa conhecer sua participação nesse processo.** Pensamos para isso em uma entrevista, na qual você poderá **compartilhar conosco suas impressões e reflexões.** Com isso gostaria de saber da sua disponibilidade, quanto tempo você pode dispor e se, por **considerar muito importante cada contribuição trazida por você, se poderei gravar** esse momento. Reitero que será uma **gravação privada somente disponível a mim e**, me comprometo em manter a confidencialidade e o anonimato, como já o fiz no Termo de Consentimento Livre e Informado.

Se for do seu interesse, você **poderá ter acesso a transcrição desse momento e alterar qualquer uma das respostas elaboradas no tempo antes da análise dos dados** da pesquisa. Para isso, fique à vontade, para em qualquer tempo, perguntar, tirar dúvida ou sugerir.

Momento 2: Aquecimento

Objetivo: identificar o perfil dos entrevistados

Residentes: Inicialmente, eu gostaria de saber um pouco sobre sua (1) origem, formação acadêmica (escola de educação básica e cursos em instituição de ensino superior), suas rotinas acadêmicas diárias (Projetos de extensão PET, Iniciação científica), experiências em sala de aula, tempo de experiência como professor (Pré-vestibular), projetos de ensino (TEMPO DE EXPERIÊNCIA NO Pibid, Residência Pedagógica) e qualquer outra vivência pessoal e profissional que marcou sua compreensão ou atuação na área....

Momento 3: Questão Desencadeadora

Objetivos: Compreender possíveis influências da do risco numa perspectiva da Educação CTS na prática pedagógica e de pesquisa (na formação de professores) a partir das trajetórias profissionais dos docentes formadores.

Como já te contei, o objetivo desse trabalho é compreender as possíveis contribuições da introdução do conceito de risco na formação profissional de licenciandos de Química e como e se ela pode estimular a reflexão das relações sobre ciência, tecnologia e sociedade. Por isso, gostaria de começar te perguntando:

- (1) Quando você passou a ter contato com discussões sobre a relação ciência-tecnologia-sociedade? Poderia nos dizer se foi por meio de disciplinas, cursos extracurriculares, livro, palestras...
- (2) Como você percebia a ciência e a tecnologia no contexto social, antes de ter contato com a literatura CTS?

Momento 4: Perguntas Geradoras (Compreensão inicial sobre o conceito de risco e educação CTS)

Objetivos: Descrever qual a compreensão inicial sobre risco e educação CTS os entrevistados possuíam antes do início da intervenção da pesquisa.

- (3) Dentro do planejamento de aulas no âmbito do PRP, de que maneira relações CTS e o Risco eram incorporadas antes do início da nossa pesquisa?
- (4) Durante nossa participação nas reuniões do RP, os residentes elaboraram pelo menos 2 sequências didáticas (uma no 1º semestre e a 2ª SD depois que começamos a participar). Foi isso mesmo? Como você descreveria essas SD? Que diferenças você apontaria entre elas (principalmente com relação às relações CTS e o Risco)?

Momento 5: Perguntas Geradoras (Compreensão sobre o conceito de risco e de educação CTS após a intervenção)

Objetivo: Compreender se houve e, caso tenha havido, quais contribuições o conceito risco trouxe numa proposta de educacional CTS.

- (5) Quais desafios e/ou dificuldades você considera ter havido na construção dessas Sequências Didáticas?
 - 5.1 Foram desafios e dificuldades suas em especial ou do grupo?
 - 5.2 Se puder fazer um comparativo, qual das sequências foi mais desafiadora, relacionando ao maior grau de dificuldade?
 - 5.3 Você teria uma explicação para isso?
- (6) Olhando para suas vivências e os resultados no RP, que mudanças percebe sobre sua compreensão acerca da Educação CTS e do Risco?
- (7) Como você considera que o risco foi discutido na sequência didática?

(8) Que exemplos da SD você citaria que, na sua visão, trouxe aspectos da relação CTS para o debate?

(9) Na sua opinião, como os alunos das escolas receberam a proposta didática que envolve CTS e Risco?

9.1 Houve mais engajamento?

9.2 O nível de interesse/desinteresse se manteve?

(10) Você considera futuramente, depois de formado, já atuando como professor, trabalhar com temáticas que permitam discutir a o risco na relação CTS? Se SIM, por que?

Momento 6: Perguntas geradoras (Compreensão sobre o contexto da realização da pesquisa)

Objetivos: Compreender o cenário, a relação entre os participantes da pesquisa e possíveis fatores de interferência na pesquisa.

Estudantes:

(11) Como Você avalia o trabalho em grupo entre os residentes na construção da SD CTS/Risco?

(12) Como Você avalia que o professor preceptor recebeu esse desafio de trabalhar com CTS/Risco para a elaboração a SD?

(13) Como se deu a colaboração na construção da SD com o grupo do RP (professora coordenadora, preceptores, colegas, pesquisadora e orientadora)?

APÊNDICE F

ROTEIRO DE ENTREVISTA - PRECEPTORES

Momento 1: Contato inicial

Objetivos: Apresentação do entrevistador, consentimento, ambientação do entrevistado e esclarecimento do objetivo da pesquisa

De partida, gostaria muito de **agradecer por disponibilizar** o seu tempo para contribuir com esta pesquisa. Na minha pesquisa, conto com a sua participação, para saber sobre os efeitos que a inserção do conceito de risco por meio de uma educação CTS pode trazer para a formação inicial dos residentes que trabalham com você no RP.

O objetivo da pesquisa que estamos desenvolvendo é compreender as possíveis contribuições da introdução do conceito de risco na formação profissional de licenciandos de Química e como e se ela pode estimular a reflexão das relações sobre CTS.

Gostaria de registrar que sua **participação é muito importante** para nós, pois ela relatará sobre o que foi essa iniciativa para elaboração de sequências didáticas comprometidas com o risco dentro de proposta CTS no âmbito do Residência pedagógica do IQ/UnB. É do interesse da nossa pesquisa conhecer sua avaliação no processo de formação dos residentes. Pensamos para isso em uma entrevista, na qual você poderá compartilhar conosco suas impressões e reflexões. Essa entrevista será de grande relevância para o desenvolvimento de minha tese e, por isso, gostaria de saber se tudo bem **gravar** esse momento, reiterando que será uma **gravação privada** somente disponível a mim e, me comprometo em manter a confidencialidade e o anonimato, como já o fiz no Termo de Consentimento Livre e Informado.

Se for do seu interesse, você poderá ter acesso a transcrição desse momento e alterar qualquer uma das respostas elaboradas no tempo antes da análise dos dados da pesquisa. Para isso, fique à vontade, para em qualquer tempo, perguntar, tirar dúvida ou sugerir.

Momento 2: Aquecimento

Objetivo: identificar o perfil dos entrevistados

Preceptores/ Coordenação: Inicialmente, eu gostaria de saber um pouco sobre sua (1) origem, formação profissional, tempo de experiência como professor, instituições em que trabalha/trabalhou, participação em projetos de integração escola – universidade (Pibid, Residência Pedagógica)

Momento 3: Questão Desencadeadora

Objetivos: Compreender possíveis influências do risco numa perspectiva da Educação CTS na prática pedagógica e de pesquisa (na formação inicial de professores) a partir das trajetórias profissionais dos docentes formadores.

Como já te contei, o objetivo desse trabalho é compreender as possíveis contribuições da introdução do conceito de risco na formação profissional de licenciandos de Química e como e se ela pode estimular a reflexão das relações sobre ciência, tecnologia e sociedade. Por isso, gostaria de começar te perguntando:

(2) Quando você passou a ter contato com discussões sobre a relação CTS? Poderia nos dizer se foi por meio de disciplinas, cursos extracurriculares, livro, palestras...

(3) Como você percebia a ciência e a tecnologia no contexto social, antes de ter contato com a literatura CTS?

Momento 4: Perguntas Geradoras (Compreensão inicial sobre o conceito de risco e educação CTS)

Objetivos: Descrever qual a compreensão inicial sobre risco e educação CTS os entrevistados possuíam antes do início da intervenção da pesquisa.

(4) Dentro do planejamento de aulas no âmbito do PRP, de que maneira relações CTS e o Risco eram incorporadas antes do início da nossa pesquisa?

(5) Durante nossa participação nas reuniões do RP, os residentes elaboraram pelo menos 2 sequências didáticas (uma no 1º semestre e a 2ª SD depois que começamos a participar). Foi isso mesmo? Como você descreveria essas SD? Que diferenças você apontaria entre elas (principalmente com relação às relações CTS e o Risco)?

Momento 5: Perguntas Geradoras (Compreensão sobre o conceito de risco e de educação CTS após a intervenção)

Objetivo: Compreender se houve e, caso tenha havido, quais contribuições o conceito risco trouxe numa proposta de educacional CTS.

(6) Quais desafios e/ou dificuldades você considera ter havido na construção dessas Sequências Didáticas?

6.1 Foram desafios e dificuldades igualmente para todos do grupo de residentes? Ou você percebeu que havia algum(a) com mais facilidade?

6.2 Se puder fazer um comparativo, qual das sequências foi mais desafiadora para os residentes, relacionando ao maior grau de dificuldade?

6.3 Você teria uma explicação para isso?

(7) Como você considera que o risco foi discutido na sequência didática? Você considera que estava bem articulado a proposta dos residentes? Ou foi preciso sua intervenção para que o risco fosse inserido?

(9) Que exemplos da SD você citaria que, na sua visão, trouxe aspectos da relação CTS para o debate?

(10) Na sua opinião, como seus alunos da escola (Paulo Freire, Gisno e CEMTN) receberam a proposta didática que envolve CTS e Risco?

10.1 Na sua opinião, houve mais engajamento?

10.2 O nível de interesse/desinteresse se manteve?

10.3 Notou por exemplo que estudantes que não costumam falar muito, passaram a participar?

(11) Você consideraria trabalhar com propostas semelhantes a que foi desenvolvida pelos residentes em sua sala (quando estiver sozinho)? Tem a ver com a realidade de sua escola?

Momento 6: Perguntas geradoras (Compreensão sobre o contexto da realização da pesquisa)

Objetivos: Compreender o cenário, a relação entre os participantes da pesquisa e possíveis fatores de interferência na pesquisa.

(12) Como Você avalia que os residentes receberam o desafio de elaborar uma SD com CTS/Risco?

(13) Como Você avalia a colaboração entre os residentes na construção da SD?

(14) Como Você avalia a interação entre os residentes e você para a elaboração da SD?

(15) Que contribuições para formação profissional docente você considera que os desafios de elaboração da SD trouxeram para os residentes?

(16) a minha intervenção?

DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO OU TESE DE DOUTORADO

Declaro que a presente dissertação/tese é original, elaborada especialmente para este fim, não tendo sido apresentada para obtenção de qualquer título e que identifico e cito devidamente todas as autoras e todos os autores que contribuíram para o trabalho, bem como as contribuições oriundas de outras publicações de minha autoria.

Declaro estar ciente de que a cópia ou o plágio podem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, consistindo em grave violação à ética acadêmica.

Brasília, 15 de setembro de 2025

 Documento assinado digitalmente
DEINE BISPO MIRANDA
Data: 21/09/2025 09:30:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do/a discente _____

Programa: PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Nome completo: DEÍNE BISPO MIRANDA

Título do Trabalho: Risco na Educação Científica: um caminho para refletir a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

Nível: () Mestrado (☒) Doutorado

Orientador/a: Patrícia Fernandes Lootens Machado