

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS (CECH)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO (PPGE)**

**A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA PERSPECTIVA DOS
PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

TASSYA HEMÍLIA PORTO BERNARDO

**SÃO CARLOS, SP
2023**

**A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA PERSPECTIVA DOS
PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Tassya Hemília Porto Bernardo

**A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA PERSPECTIVA DOS
PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

Tese de doutorado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação pertencente ao Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos como requisito para obtenção do título de doutora em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Denise de Freitas

Linha de Pesquisa: Educação em Ciências e Matemática

SÃO CARLOS - SP
2023

Bernardo, Tassya Hemília Porto

A educação científica crítica na perspectiva dos
professores de ciências / Tassya Hemília Porto Bernardo
-- 2023.
171f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos,
campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Denise de Freitas

Banca Examinadora: Profa. Dra. Denise de Freitas,
Profa. Dra. Alice Helena Campos Pierson, Profa. Dra.
Mariana dos Santos, Prof. Dr. Renato Eugênio da Silva
Diniz, Prof. Dr. Rui Marques Vieira

Bibliografia

1. Educação científica crítica. 2. Professores de ciências.
3. Método Delphi. I. Bernardo, Tassya Hemília Porto. II.
Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(Sin)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Educação

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Tassya Hemília Porto Bernardo, realizada em 27/02/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Denise de Freitas (UFSCar)

Profa. Dra. Alice Helena Campos Pierson (UFSCar)

Profa. Dra. Mariana dos Santos (UFSCar)

Prof. Dr. Renato Eugênio da Silva Diniz (UNESP)

Prof. Dr. Rui Marques Vieira (Aveiro)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação.

AGRADECIMENTOS

A escrita desta tese contempla as muitas vivências, interpretações e reflexões de um longo período de estudos. Apesar do trabalho se encaixar em cinco anos, o amadurecimento pessoal, intelectual e profissional vem muito antes disso e continua acontecendo depois dele.

As muitas interações com o mundo interno e externo me fizeram ressignificar conceitos, atitudes e valores. Compreendo que os momentos de recuo e avanço se tornaram importantes para pensar sobre mim e sobre o outro, para enfim, tomar as decisões mais adequadas ao contexto.

Nesta tese agradeço as muitas pessoas que me ajudaram nesse caminho, que de forma direta ou indireta me apoiaram, me compreenderam e me orientaram. Alcançar objetivos requer esforços, foco, renúncias e escolhas. Me orgulho muito dos caminhos que tomei; dos avanços que tive e de onde cheguei.

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por me dar a coragem para alcançar este objetivo! O trabalho floresceu!

Agradeço à minha família por todo sustento durante a longa caminhada. Meu filho, amado Theo, que mesmo tão pequeno, aceitou os cuidados de outras pessoas. À minha sogra Aparecida que deixou todos os seus afazeres pessoais para se dedicar inteiramente a nós. Ao meu esposo, Marcelo Bernardo, por me entender, me apoiar, me incentivar, me encorajar, me animar e, principalmente, por me dar direções quando eu mais precisei. Amo muito vocês!

Agradeço aos professores participantes da pesquisa, que

dedicaram seu tempo e conhecimento, contribuindo com percepções valiosas a respeito do tema educação científica crítica. Os resultados aqui apresentados permitirão refletir sobre nossas práticas docentes.

Agradeço aos ensinamentos do meu trabalho na escola, durante as reuniões, nas formações pedagógicas, nas reflexões com os amigos de profissão, no convívio com os alunos e com todos da comunidade escolar. Vocês não imaginam o tanto que eu aprendo.

Agradeço ao grupo EmTeia, o qual me permitiu desenvolver habilidades e competências para refletir, pensar, argumentar, se posicionar e transformar o mundo pela educação. A imersão em experiências educacionais tão intensas, me fez professora e pesquisadora.

Agradeço a minha orientadora, Denise de Freitas, por tanto tempo de caminhada conjunta, desde a graduação ao seu lado, aprendendo sobre temas tão pertinentes na sociedade. Obrigada por tanto. Esse agradecimento é mais do que especial, pois sou uma das últimas orientandas e tenho a sorte e a alegria de ter caminhado com uma pessoa tão competente.

Agradeço à banca, professora Denise de Freitas; professor Renato Diniz; professora Alice Pierson; professora Mariana Santos; professor Rui Vieira, pelas valiosas considerações feitas à minha pesquisa e pelo olhar que tanto contribuiu ao meu crescimento intelectual e profissional.

Agora é seguir!

RESUMO: A Educação Científica Crítica (ECC) visa formar indivíduos que possuam uma postura ativa, crítica e consciente em relação ao mundo em que vivem. Essa abordagem busca transformar a sociedade, permitindo que os cidadãos enfrentem os desafios diários com justiça, ética, baseados em conhecimentos científicos e valores como pensamento crítico, argumentação, responsabilidade, autonomia e colaboração. Para promover uma educação científica crítica é necessário que os professores adotem uma perspectiva voltada ao pensamento crítico, a participação social e a tomada de decisão. Eles devem refletir sobre suas práticas docentes, buscando expandir e aprofundar seus conhecimentos, competências, atitudes e valores, expressos por meio de suas palavras, exemplos e ações. Na pesquisa conduzida com 12 professores de ciências do ensino básico em São Carlos - SP, foram identificados cinco eixos por meio de análise textual discursiva. Esses eixos abordam os princípios, finalidades e importância da educação científica crítica; metodologias e abordagens; problemas/desafios; avanços; além da valorização por familiares e governantes. No desenvolvimento da ECC, os professores se aproximam da abordagem ciência-tecnologia-sociedade ao fomentar a contextualização dos conteúdos de ciências, relacionar diferentes conhecimentos de forma inter e transdisciplinar, discutir a produção do conhecimento e promover uma cultura científica. Para os professores, as demandas curriculares impõem desafios ao desenvolvimento da ECC, o que de certa forma, engessa algumas práticas docentes. Apesar disso, os professores identificam avanços, destacando-se a possibilidade de ensinar ciências com foco no desenvolvimento de uma postura ativa, crítica e consciente, com habilidades para tomar decisões. Os participantes do estudo também refletem sobre os aspectos de valorização social da ECC atribuídos pelos familiares e governantes. Os professores percebem que a ECC é valorizada de forma diferente e, na maioria das vezes, o tema tem pouca importância. Portanto, investir em uma educação científica de qualidade é essencial para construir uma sociedade mais informada, responsável e capacitada a enfrentar os desafios complexos do mundo contemporâneo.

PALAVRAS-CHAVES: Educação científica crítica; Professores de ciências; Método *Delphi*

ABSTRACT: Critical Scientific Education (CCE) aims to train individuals who have an active, critical and conscious stance in relation to the world in which they live. This approach seeks to transform society, allowing citizens to face daily challenges with justice, ethics, based on scientific knowledge and values such as critical thinking, argumentation, responsibility, autonomy and collaboration. To promote critical scientific education, teachers need to adopt a perspective focused on critical thinking, social participation and decision-making. They must reflect on their teaching practices, seeking to expand and deepen their knowledge, skills, attitudes and values, expressed through their words, examples and actions. In the research conducted with 12 basic education science teachers in São Carlos - SP, five axes were identified through discursive textual analysis. These axes address the principles, purposes and importance of critical scientific education; methodologies and approaches; problems/challenges; advances; in addition to appreciation by family members and government officials. In developing ECC, teachers approach the science-technology-society approach by encouraging the contextualization of science content, relating different knowledge in an inter and transdisciplinary way, discussing the production of knowledge and promoting a scientific culture. For teachers, curricular demands impose challenges on the development of ECC, which, in a way, hampers some teaching practices. Despite this, teachers identify advances, highlighting the possibility of teaching science with a focus on developing an active, critical and conscious stance, with decision-making skills. Study participants also reflect on the social valuing aspects of ECC attributed by family members and government officials. Teachers realize that ECC is valued differently and, in most cases, the topic is of little importance. Therefore, investing in quality scientific education is essential to building a more informed, responsible and capable society to face the complex challenges of the contemporary world.

KEYWORDS: Critical scientific education; Science teachers; Delphi Method

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Organização dos trabalhos encontrados nos periódicos da CAPES.....	55
Quadro 2: Exemplo de organização das respostas dos professores no segundo questionário.....	77
Quadro 3: Exemplo de organização das respostas dos professores no segundo questionário.....	78
Quadro 4: Segundo questionário - eixo princípios da educação científica crítica.....	79
Quadro 5: Segundo questionário - eixo metodologias e abordagens.....	81
Quadro 6: Princípios da educação científica crítica.....	85
Quadro 7: Finalidades da educação científica crítica.....	88
Quadro 8: Importância da educação científica crítica.....	91
Quadro 9: Métodos de ensino.....	97
Quadro 10: Estratégias didáticas que contribuem para o desenvolvimento da educação científica crítica.....	106
Quadro 11: Soma das escolhas e consenso das estratégias didáticas dos professores.....	109
Quadro 12: Boas práticas no ensino de ciências.....	123
Quadro 13: Problema/desafio que dificulta o desenvolvimento de uma educação científica crítica.....	130
Quadro 14: Avanços que promovem uma educação científica crítica no contexto escolar.....	133
Quadro 15: Valorização da educação científica crítica pelos governantes e familiares.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quatro elementos do pensamento crítico.....	45
Figura 2: Representação resumida das etapas desenvolvidas no trabalho.....	71
Figura 3: Primeiro questionário <i>Delphi</i> – coleta do perfil dos participantes.....	74
Figura 4: Primeiro questionário <i>Delphi</i> – coleta da visão dos professores.....	75
Figura 5: Eixos de análise.....	76
Figura 6: Aspectos do segundo eixo metodologias e abordagens.....	96
Figura 7: Princípios que fundamentam os métodos de ensino dos professores de ciências.....	98
Figura 8: Grau de relevância das estratégias didáticas.....	106
Figura 9: Total de respostas para as estratégias didáticas apresentadas.....	107
Figura 10: Elementos que configuram uma boa prática docente.....	124
Figura 11: Sujeitos que contribuem para o desenvolvimento de uma educação científica crítica.....	136

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
i. Algumas reflexões.....	15
ii. O tema da pesquisa: educação científica crítica	16
iii. O contexto vivido no desenvolvimento da pesquisa.....	20
iv. A questão de pesquisa, os objetivos da pesquisa, a justificativa e a estrutura da tese.....	23
CAPÍTULO I: EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	26
1.1 Construindo a percepção de educação científica crítica.....	26
1.2 Desenvolvendo uma percepção de educação científica crítica.....	37
1.3 A educação científica crítica no contexto atual e o papel dos professores.....	42
CAPÍTULO II: A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA LITERATURA PELA PERSPECTIVA DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS	48
2.1 Reflexão sobre o papel das estratégias no desenvolvimento de uma educação científica crítica e evidência de boas práticas	48
CAPÍTULO III: PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	63
3.1 O método <i>Delphi</i> e suas vantagens.....	63
3.2 O caminho da pesquisa.....	66
CAPÍTULO IV: A PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA PELOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS	78
4.1 Análise e interpretação do eixo 1: Princípios, finalidades e importância da educação científica crítica.....	78
I) Princípios da Educação Científica Crítica.....	79
II) Finalidades da educação científica crítica.....	83
III) Importância da educação científica crítica.....	86
4.2 Análise e interpretação do eixo 2: Metodologias e abordagens para uma educação científica crítica.....	90

I) Métodos de ensino.....	91
II) Estratégias didáticas.....	99
a) Roda de conversa no levantamento de questões para reflexão.....	104
b) Trabalhos com projetos.....	105
c) Atividades interdisciplinares.....	106
d) Visitas.....	107
e) Ensino por investigação.....	108
f) Método científico.....	109
g) Estudo de caso.....	110
h) Aulas práticas com relatórios científicos e os experimentos.....	111
III) Boas práticas no ensino de ciências para uma educação científica crítica.....	114
4.3 Análise e interpretação do eixo 3: Problemas e desafios da educação científica crítica.....	125
4.4 Análise e interpretação do eixo 4: Avanços da educação científica crítica no contexto escolar.....	129
4.5 Análise e interpretação do eixo 5: Valorização da educação científica crítica pelos governantes e familiares.....	133
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	139
REFERÊNCIAS.....	143
APÊNDICES.....	151
APÊNDICE 1: Carta de apresentação da pesquisa aos professores.....	151
APÊNDICE 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....	155
APÊNDICE 3: Primeiro questionário Delphi elaborado em formulário eletrônico.....	157
APÊNDICE 4: Perfil dos professores participantes da pesquisa.....	164
APÊNDICE 5: Segundo questionário <i>Delphi</i> : os cinco eixos.....	165
APÊNDICE 6: Exemplo da construção de um dos eixos que foram apresentados aos	

professores em formulário eletrônico.....168

ANEXO: Parecer consubstanciado do comitê de ética em
pesquisa.....169

INTRODUÇÃO

Esta tese aborda o tema da Educação Científica Crítica (ECC) como foco de discussão e reflexão. Para contextualizar o leitor, inicio compartilhando algumas ideias sobre minha relação pessoal com o tema, fruto de reflexões contínuas. Na sequência, explano os fatores que despertaram meu interesse pela ECC, destacando sua importância no contexto do ensino de ciências. Além disso, contextualizo o desenvolvimento da pesquisa, considerando o desafiador cenário da pandemia que, durante a redação da tese, impactou significativamente a educação, influenciando as perspectivas de nossos participantes. Concluindo, apresento a questão de pesquisa, os objetivos, a justificativa e descrevo a estrutura da tese.

i. Algumas reflexões...

[...] a pesquisa nas ciências humanas é uma pesquisa/compreensão sobre nós mesmos, e que a pesquisa/investigação/formação em educação só terá sentido e um verdadeiro significado se relacionada/implicada com a nossa vida pessoal/profissional, em um movimento de mudança contínua (VELOSO, 2014, p. 14).

Demorei um tempo do meu doutorado para perceber uma verdadeira implicação do tema desta pesquisa (educação científica) com a minha vida pessoal/profissional. Como professora, eu queria continuar estudando a carreira docente, porém, não conseguia estabelecer relações com o novo tema (educação científica), mesmo fazendo parte de um grupo de pesquisa na universidade - “EmTeia”¹ que estudava sobre isso.

No decorrer de minha vida e carreira profissional, tenho passado por um processo contínuo de mudança. Com o tempo, observei que os temas que eu estudava começaram a se entrelaçar, revelando a possibilidade de conexões entre eles. Como professora, percebo que meu amadurecimento intelectual é o resultado da construção de conhecimentos, fundamental para compreender a importância desse tema em minha profissão.

É importante destacar que esse processo de amadurecimento está intrinsecamente

¹ Grupo de Pesquisa em Formação de Professores, Ambientalização Curricular e Educação em Ciências - **EmTeia** - UFSCar

ligado ao meu desenvolvimento ao longo de minha trajetória educacional. Minhas experiências passadas e a busca por novos conhecimentos e perspectivas desempenham um papel crucial nessa evolução, moldando meu entendimento e enriquecendo minha prática profissional.

Na minha vida escolar (ensino básico), não tive uma educação que me fizesse pensar e/ou refletir. Não tive uma educação que me gerasse desconforto e me impulsionasse a buscar, questionar, investigar, pelo menos, não de modo consciente. Hoje eu entendo que meus anos escolares ficaram em função de tirar boas notas para não ficar de recuperação nas últimas provas ao final do ano.

Durante minha graduação, percebi que havia algumas lacunas no meu aprendizado. Inicialmente, não compreendia exatamente o que estava faltando. Lembro que nas discussões em sala de aula, eu escolhia ficar em silêncio, relutante em participar, temerosa de expressar minha opinião. No entanto, meu envolvimento constante com a educação ao longo dos anos despertou em mim a necessidade de me expressar, tornar-me autora e assumir a responsabilidade pelo que pensava e havia refletido. Embora a mudança não tenha sido instantânea, alguns professores serviram de inspiração, orientando meu processo de aprendizado.

No meu mestrado, senti uma necessidade ainda maior de assumir a autoria de meus posicionamentos, questionamentos e resultados. Foi nesse contexto que minhas ideias começaram a se destacar em determinados momentos da escrita. Isso se manifestou especialmente pelas narrativas dos professores, proporcionando espaço para reflexões sobre o desenvolvimento profissional, as condições da carreira docente, as dificuldades no início da docência, a valorização da profissão e outros temas.

Em determinados momentos do meu mestrado, enfrentei dificuldades para assumir uma postura mais ativa, crítica e criativa. No entanto, ao término dele e após receber as contribuições da banca, passei a identificar as lacunas que verdadeiramente precisava preencher, não apenas no âmbito acadêmico, mas também em minha vida pessoal e profissional. Tornou-se evidente a necessidade de aprofundar minhas discussões e adotar uma abordagem mais crítica em relação ao entendimento do mundo.

Como professora, ao longo dos poucos anos de minha experiência docente, percebo a realidade dessa dinâmica em minha vida. Isso significa reconhecer a importância de adotar posições claras, enfrentar questões polêmicas e participar de debates respeitosos sobre situações cotidianas. Mesmo quando os alunos trazem amplo

conhecimento para o ambiente escolar, eles esperam que eu assuma posições durante nossas discussões, oferecendo referências a partir dos meus conhecimentos. Considero que eles anseiam pela demonstração de um significado mais profundo do papel do professor, buscando não apenas a troca de ideias, mas também um posicionamento crítico que possa impulsionar a ação e a transformação na sociedade.

Confesso que estou atualmente em um processo contínuo de mudança, e com esta tese, busco compartilhar minhas discussões e reflexões sobre os aspectos fundamentais relacionados ao entendimento dos professores sobre a educação científica de maneira reflexiva e crítica.

ii. O tema da pesquisa: educação científica crítica

O tema da pesquisa - educação científica crítica - surgiu a partir de duas vivências formativas na universidade. Considero que a primeira teve relação com os resultados alcançados em meu mestrado e a segunda esteve relacionada com a participação em um projeto de pesquisa coordenado pela professora Dra. Denise de Freitas.

Durante o meu mestrado, eu estudei a percepção de professores de ciências e biologia sobre seu início de carreira docente. Nesse trabalho, a maioria dos professores falaram da difícil escolha da profissão e da permanência nela, dado o desprestígio social da carreira bem como das condições de trabalho pouco favoráveis. Identificamos que isso era um fator que os conduzia para outros tipos de trabalho, tornando isso evidente ao serem questionados sobre os planos de continuar na profissão. Dessa forma, a pretensão que muitos professores tinham era não continuar na carreira e, caso permanecessem, a decisão seria por outros níveis de ensino - técnico ou superior (BERNARDO, 2018).

Na pesquisa realizada (BERNARDO, 2018), também, foi mencionado pelos professores muitas dificuldades, as quais se sobrepunham à reflexão da importância e a responsabilidade que esses profissionais têm na formação dos estudantes. Percebeu-se que as tarefas docentes eram realizadas conforme as prioridades, ficando, em primeira instância, a gestão de sala de aula. As outras dificuldades se davam pela busca de estratégias de ensino e aprendizagem, pelo cumprimento das exigências de trabalhos burocráticos e pelas demandas escolares a cumprir. Por último, se tivessem disponibilidade e tempo, os professores poderiam dar atenção a sua própria formação, incluindo, também, a reflexão sobre sua prática pedagógica.

É nesse cenário complexo que se faz necessário ressignificar a identidade profissional dos professores. Por ser uma atividade social permeada por conflitos e valores, o ensino requer que os professores adotem uma postura de envolvimento em sua formação. Isso é crucial para que possam desempenhar um papel mais significativo na sala de aula, reconhecendo sua responsabilidade no contexto escolar e na formação dos estudantes. Nessa perspectiva, Giroux (1997) argumenta que o exercício da docência deve ser ativo e crítico, distanciando-se do papel de técnicos passivos e acríticos. Isso se deve ao fato de que, do contrário, os professores poderiam se ver submetidos a aceitar condições impostas externamente.

Além disso, destaco a importância da reflexão sobre as práticas docentes, uma vez que sua efetivação numa perspectiva crítica requer que os professores ampliem sua "consciência sobre sua própria prática, a dinâmica da sala de aula e o funcionamento da escola como um todo, o que implica na aquisição de conhecimentos teóricos e críticos sobre a realidade" (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 13). Portanto, alinhando-me a alguns autores, entendo que:

Ser professor requer saberes e conhecimentos científicos, pedagógicos, educacionais, sensibilidade, indagação teórica e criatividade para encarar as situações ambíguas, incertas, conflituosas e, por vezes, violentas, presentes nos contextos escolares e não escolares. É da natureza da atividade docente proceder à mediação reflexiva e crítica entre as transformações sociais, concretas e a formação humana dos alunos, questionando os modos de pensar, sentir, agir e de produzir e distribuir conhecimentos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 15).

Concomitantemente ao desenvolvimento do meu mestrado, minha segunda vivência formativa acadêmica esteve relacionada ao meu envolvimento com um projeto de pesquisa conduzido por minha orientadora e professora Dra. Denise de Freitas. Nesse projeto (FREITAS, 2016), o objetivo era identificar como a comunidade científica e educacional compreendia os pressupostos, problemas e desafios presentes na educação básica e na formação de professores para promover uma educação científica crítica.

Através da utilização do método Delphi, foram coletados e analisados dados provenientes de três rodadas de questionários enviados a 37 especialistas na América Latina (Argentina, Brasil, Chile, Colômbia) e na Europa (Espanha e Portugal), na área de educação em ciências e educação ambiental. Os dados foram organizados em três eixos

temáticos: processos de ensino e aprendizagem, visão e produção de ciência e tecnologia, e cidadania e ação. Essa análise permitiu a construção de uma ferramenta avaliativa² com o objetivo de avaliar práticas, materiais didáticos e processos educativos na educação básica e na formação de professores, considerando o contexto dos estudos de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) e do paradigma da complexidade.

Nesse projeto, a comunidade acadêmica considera que o desenvolvimento de uma educação científica crítica leva em consideração: i) a contextualização de conhecimentos científicos; ii) a interdisciplinaridade e não compartimentação dos conteúdos escolares; iii) a problematização de questões de interesse dos alunos e iv) o debate sobre a natureza da ciência, no que diz respeito a compreensão da construção do conhecimento associado a contextos históricos e sociais de cada época. Na visão desses pesquisadores, esses elementos favorecem a formação de um sujeito-cidadão com “capacidade interpretativa e argumentativa sobre a ciência”, possibilitando que ele se engaje em questões socio científicas e ambientais (FREITAS et al., 2018, p.14).

À luz das minhas reflexões sobre a profissão docente e considerando os resultados do projeto (FREITAS, 2016) e de artigos produzidos pelo grupo EmTeia, surge a necessidade de explorar questões relacionadas ao entendimento dos professores sobre a educação científica crítica. Este interesse se destaca, uma vez que especialistas mencionam que "a formação do professor está diretamente ligada à qualidade da educação científica crítica que chega à escola, estabelecendo uma correlação entre aprimoramento da formação desses profissionais e a melhoria do ensino de ciências" (PRUDÊNCIO et al., 2019, p. 410).

Dessa forma, entendo que o mapeamento das visões dos professores pode revelar aspectos relacionados ao entendimento que eles têm sobre o ensino de ciências, sendo este fundamentado nos princípios teóricos e metodológicos presentes nas práticas pedagógicas, assim como na atribuição de valores e nas reflexões acerca da educação científica no contexto atual.

Para desenvolver meu entendimento sobre a educação científica crítica, orientei-me pela leitura de trabalhos sobre a educação Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS),

² Resultado do projeto coordenado pela professora Dra. Denise de Freitas, no qual houve a construção de um instrumento de análise – Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade (FACTS) - <http://facts.ufscar.br/>

explorando autores como Auler, Bazzo, Delizoicov, Strieder, Kawamura, entre outros. Além disso, considere as perspectivas derivadas do paradigma da complexidade e do pensamento crítico. Em relação ao paradigma da complexidade, baseei-me nas contribuições de Calafell, Bonil e Puyol, enquanto para abordar o pensamento crítico, recorri às obras de Marques-Vieira e Tenreiro-Vieira.

Considero que ao buscar por esses referenciais, eles me ajudam a entender e discutir o desenvolvimento de uma educação científica com o intuito de promover "mudanças e aprendizagens de ciências capazes de atingir uma perspectiva mais crítica" (FREITAS et al., 2018, p. 6). Em uma sociedade complexa e globalizada como a que vivemos, enquanto pesquisadora e professora, vejo a necessidade de discutir e trabalhar o ensino de ciências não dissociado dos contextos políticos, econômicos, culturais e ambientais. Entendo que esse esforço pode contribuir com o desenvolvimento de um pensamento mais crítico, essencial no exercício da cidadania para tomada de decisão no mundo atual.

iii. O contexto vivido no desenvolvimento da pesquisa

Durante a escrita desta tese e na coleta dos dados em março de 2020, vivenciamos um período de pandemia que se mostrou relevante na discussão de nossos resultados. A intenção em tecer comentários sobre esse momento é o de contextualizar os desafios e avanços enfrentados por todos da comunidade escolar, já que esse período foi marcado por intensas mudanças.

Assim, diante da pandemia de Covid-19, milhares de estudantes e professores viram suas rotinas e relações de trabalho repentinamente alteradas. De maneira súbita, as escolas foram compelidas a interromper suas atividades, gerando um impacto significativo no cenário da educação brasileira, especialmente na rede pública.

No Brasil, as escolas foram fechadas e, em decorrência da suspensão de aulas presenciais, alunos e professores tiveram de aderir e se adaptar ao ensino remoto. Só nesse contexto, aproximadamente 48 milhões de alunos deixaram de frequentar as aulas e, no Estado de São Paulo, “cerca de 3,8 milhões de estudantes e 200 mil professores” tiveram suas rotinas modificadas (GRANDISOLI; JACOBI; MARCHINI, 2020, s/p).

Em meio à necessidade imposta pela pandemia, era de se esperar que houvesse um apoio ao ensino remoto, no entanto, em 2020, a educação recebeu o menor investimento governamental. Embora tenham sido destinados 5,6% do Produto Interno

Bruto (PIB) para educação, o país apresentou baixos desempenhos em relação à avaliação internacional de desempenho escolar (PISA) e teve um aumento da taxa de analfabetismo, atingindo 6,8% da população acima de 15 anos, comparado a média mundial de 2,6% (MAIA; HERÉDIA; COELHO, 2021).

Consideramos que a pandemia agravou ainda mais uma situação que vinha sendo percebida na realidade educacional brasileira, já que a má gestão dos recursos financeiros atrelada à falta de priorização do governo pela educação e de desvalorização aos professores³, coloca o país em nível de desigualdade em relação a outros países no quesito educação de qualidade.

Por exemplo, durante a pandemia, Portugal e Espanha aumentaram o orçamento para contratação de novos professores, enquanto a Nova Zelândia investiu em suporte digital, oferecendo em junho de 2020, serviços de internet e dispendo equipamentos aos alunos mais necessitados (PALHARES, 2021). Em contrapartida, “no Peru, México, Panamá e Colômbia, apenas 14, 19, 24 e 25 por cento dos alunos no quintil inferior de renda tinham acesso à Internet em casa, respectivamente” (SAAVEDRA; GROPELLO, 2021, s/p.).

Os países da América Latina e do Caribe já enfrentavam uma crise de aprendizado antes mesmo da pandemia. No Brasil a pobreza de aprendizado em São Paulo atingia 27%, enquanto no Maranhão chegava a 70% (SAAVEDRA; GROPELLO, 2021). Apesar de as secretarias de educação, juntamente com seus conselhos municipais e estaduais, terem formulado diretrizes para as escolas com o intuito de assegurar que os alunos não sofressem prejuízos em seu percurso educacional e prevenir o agravamento das disparidades no acesso e nas oportunidades (NOVAIS et al., 2020), seria razoável supor que algumas oportunidades pudessem ser oferecidas aos estudantes. Contudo, isso não se concretizou para todos.

Assim, muitas escolas tiveram de tomar decisões como: suspender as atividades escolares até que tivessem condições de voltarem às aulas; ofertar conteúdos em canais de TV abertos; disponibilizar materiais impressos ou por meio de redes sociais ou, ainda, elaborar ambientes virtuais de aprendizagens. Contudo, apesar da variação na oferta letiva durante o período de suspensão das aulas, as medidas tomadas pelas redes escolares não

³ Adotamos a palavra “professores” para designar o substantivo no plural, conforme o padrão linguístico, mas salientamos que não estamos fazendo primazia de gênero.

foram suficientes para evitar a disparidade entre estados e municípios brasileiros, devido à omissão e não articulação entre governanças em âmbito local, regional e nacional.

Para além das discrepâncias na oferta de atividades entre as escolas, é importante destacar as variações entre as redes pública e privada, sendo as diferenças mais pronunciadas devido à adoção de recursos tecnológicos. As instituições de ensino privadas agiram de maneira mais ágil, implementando plataformas virtuais de ensino e iniciando as aulas de forma consideravelmente mais rápida em comparação com as escolas da rede pública.

Assim, dado que muitas escolas públicas municipais e estaduais enfrentavam carências significativas de recursos, especialmente em termos de equipamentos tecnológicos, isso restringiu a capacidade de proporcionar atividades escolares de maneira remota. Uma alternativa adotada foi a elaboração de atividades impressas para os alunos, permitindo que as famílias se deslocassem até a escola para buscar o material.

No que diz respeito aos estudantes, a maioria possuía acesso restrito a esses recursos, enfrentando limitações significativas, incluindo a falta de infraestrutura necessária para acessar e prosseguir com o ensino de maneira eficaz. Conforme Kubota (2020, s/p) destacou, os alunos com acesso limitado à internet e dispositivos, ou cujos responsáveis possuíam menor escolaridade e disponibilidade reduzida para acompanhar as atividades de ensino remotamente, foram os mais impactados. Essa situação dificultou a compreensão das atividades devido à falta de comunicação e interação adequada com os professores.

Para os estudantes mais impactados, a gradual perda do vínculo com a escola não apenas aumentou o risco de abandono das atividades educacionais, mas também resultou na privação do acesso à educação formal. Esses estudantes, em situação de vulnerabilidade social, viram-se obrigados a assumir responsabilidades domésticas, como o cuidado da casa e dos irmãos mais novos. Esta nova dinâmica implicou na perda do espaço e do tempo dedicados aos estudos. Além desses desafios, eles enfrentaram o isolamento social em relação a amigos e professores, perderam os benefícios associados à merenda escolar e, lamentavelmente, ficaram expostos a diversas formas de violência física, psicológica, moral e sexual.

Os desafios enfrentados pelos professores foram múltiplos e notáveis. Primeiramente, a escassez de acesso à internet e a ausência de equipamentos apropriados para facilitar o desenvolvimento das aulas remotas foram obstáculos consideráveis. Em

situações como essas, a alternativa foi recorrer à sugestão de atividades por meio de livros ou apostilas. Além disso, a falta de familiaridade de muitos professores com as tecnologias emergentes adicionou uma fonte de estresse ao cenário já desafiador. Adicionalmente, adaptar-se às diversas realidades de cada contexto escolar, seja público ou privado, para atender às necessidades específicas dos alunos representou um desafio significativo. Por fim, outra dificuldade relevante foi o engajamento efetivo dos alunos nas aulas remotas.

Esses desafios evidenciaram que o ensino online tradicional não poderia ser aplicado da mesma forma que o ensino presencial, demandando dos professores a necessidade de desenvolver estratégias de maneira rápida e adaptativa. Diante desse cenário desafiador, os profissionais buscaram alternativas, incluindo a colaboração entre colegas e a participação em cursos oferecidos por instituições de ensino.

Diante das circunstâncias emergenciais, os professores não puderam se manter passivos e foram impelidos a se envolver em um intenso desenvolvimento para criar estratégias de ensino e aprendizagem eficazes, além de dominar o ambiente das aulas remotas. Se anteriormente o uso de recursos tecnológicos era considerado um diferencial, o ensino remoto tornou essa necessidade ainda mais premente, exigindo uma busca constante por formação.

Para os professores que receavam ser substituídos por tecnologias, a experiência trouxe uma mudança de perspectiva ao perceberem que essas ferramentas eram cruciais para a continuidade do ensino. Com a ascensão do aprendizado remoto, surgiu um fluxo intenso de informações, nem sempre acompanhado de uma análise crítica. É nesse contexto que o papel dos professores se destaca. Embora vivamos na era da informação, observamos um excesso de opiniões baseadas em notícias falsas, evidenciando uma sociedade frequentemente alienada e desconectada, carente de discernimento para agir e tomar decisões.

Frente a esse cenário complexo, as questões demandam soluções igualmente complexas e interdisciplinares, necessitando de esforços coletivos. Como pesquisadoras e professoras, é crucial reconhecermos a importância de uma educação científica crítica para a formação de uma sociedade pautada por justiça, empatia e comprometimento com diferentes questões.

Nesse contexto, surge alguns questionamentos: quais são as visões de educação científica crítica apresentadas pelos professores de ciências? Qual é a finalidade dessa

educação no contexto atual? Quais métodos e estratégias didáticas os professores de ciências consideram relevantes para o desenvolvimento de uma educação científica crítica? Quais são os desafios e avanços nesse processo? Há interesse por parte das famílias e governantes em promover esse tipo de educação? Essas indagações e outras têm permeado nossas discussões ao longo da tese, sendo temas que buscamos refletir de maneira mais aprofundada.

iv. A questão de pesquisa, os objetivos da pesquisa, a justificativa e a estrutura da tese

No estudo da temática da Educação Científica Crítica (ECC) vários questionamentos foram suscitados, mas um deles se fez relevante: qual é o entendimento dos professores de ciências sobre a ECC? Tal questionamento encaminhou para a elaboração de alguns objetivos, possibilitando um recorte da temática estudada e alcance dos resultados desejados. Assim, tivemos como objetivo geral: analisar o que pensam os professores de ciências sobre a educação científica, numa perspectiva crítica, no contexto escolar.

Com a finalidade de alcançar esse objetivo geral, desenvolvemos alguns objetivos específicos, com o interesse em:

- Definir os princípios, as finalidades e a importância consideradas fundamentais por um grupo de professores de ciências ao desenvolver uma ECC;
- Identificar quais os métodos e as estratégias didáticas são utilizados por um grupo de professores de ciências ao desenvolver uma ECC;
- Caracterizar os problemas/desafios que influenciam a prática de um grupo de professores de ciências no desenvolvimento da ECC;
- Caracterizar os avanços que um grupo de professores de ciências identificam em sua profissão no desenvolvimento da ECC;
- Identificar quais os aspectos de valorização social da ECC são atribuídos por um grupo de professores de ciências ao se referir os familiares e governantes.

Compreendemos que os professores são os responsáveis pela mediação da

aprendizagem dos alunos com os meios que lhes propiciam desenvolver uma educação científica (PRUDÊNCIO et al., 2018), de tal forma que, ser ela, crítica ou não, dependerá da escolha dos pressupostos teórico-metodológicos que irão orientar a sua prática pedagógica. Nesse contexto, consideramos que analisar o que os professores pensam e julgam relevantes para o desenvolvimento de uma educação científica numa perspectiva crítica torna-se um aspecto fundamental a se definir, discutir e refletir.

Dessa forma, com o intuito de responder às questões deste trabalho e alcançar os seus objetivos, a tese está estruturada em quatro capítulos. No *Capítulo I – Educação científica*, tratamos sobre a compreensão, princípios e finalidades de uma educação científica, considerando alguns autores que abordam a temática no ensino de ciências.

No *Capítulo II – A educação científica na literatura pela perspectiva dos professores de ciências*, apresentamos uma breve revisão dos trabalhos acerca da educação científica com foco na perspectiva dos professores de ciências. Adicionamos a esse capítulo, uma discussão das estratégias e práticas desenvolvidas pelos professores para desenvolver uma educação científica, na perspectiva crítica.

No *Capítulo III*, discorremos sobre o *Percurso metodológico da pesquisa*, descrevendo a opção metodológica do estudo e explicitando o campo empírico, os participantes da pesquisa e os procedimentos utilizados para coletar e analisar os dados da pesquisa.

Já no *Capítulo IV – A visão de educação científica pelos professores de ciências*, analisamos os resultados referentes à elaboração dos cinco eixos que delineiam a concepção dos professores de ciências acerca do desenvolvimento de uma educação científica, na perspectiva crítica. Destacamos a seguir: 1) Princípios da educação científica crítica; 2) Metodologias e abordagens; 3) Problemas/Desafios; 4) Avanços e 5) Familiares e governantes.

Por fim, nas *Considerações Finais*, propusemos refletir sobre os resultados obtidos na tese, lançando reflexões sobre a educação científica crítica.

CAPÍTULO I: EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Neste capítulo, começamos nossa reflexão sobre a educação científica para construir a concepção de uma educação científica crítica. Posteriormente, exploramos possibilidades de como desenvolver percepções sobre uma educação científica crítica. Por fim, ponderamos sobre a relevância da educação científica no cenário atual, destacando o papel crucial dos professores nesse processo.

1.1 Construindo a percepção de educação científica crítica

Na literatura, buscamos por alguns autores que falam a respeito da educação científica e, tecemos aqui, algumas considerações. De acordo com Strieder (2012), a educação científica se relaciona com outro termo – o ensino de ciências. Este, por sua vez, classifica uma das áreas de conhecimento adotada no Brasil para o ensino básico, compreendendo os conteúdos da biologia, física e química e, também, está presente no ensino superior, como foco de estudo nos cursos de graduação e pós-graduação.

Para além disso, a educação científica tem significado mais profundo, envolvendo aspectos históricos e sociais. Nossa visão teórica está embasada na relação entre alfabetização científica-tecnológica (ACT) e ciência-tecnologia-sociedade (CTS), já que ambas contribuem para o desenvolvimento e a participação do cidadão em sociedade de forma mais fundamentada⁴.

A respeito da alfabetização científica, Auler (2007) considera que no mundo atual é impossível aprender tudo para depois participar e, dessa forma, no campo da educação científica, busca-se a superação da concepção linear de ensino, em que primeiro adquire uma cultura científica (alfabetização científica) para depois participar da democratização de processos decisórios (participação social).

Auler (2007, p. 16) propõe “que a constituição de uma cultura científica não é independente da participação social, mas dimensões estreitamente vinculadas, sendo processos que se realimentam mutuamente”.

Nesse contexto, respaldados por Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), afirmamos que

⁴ Ao longo desse tópico, o ideário de concepções em torno dos enfoques (ACT e CTS) trazidos para discussão permeiam quase duas décadas. Por esses referenciais, temos visto proposições teóricas para as formações docentes que aos poucos tem se feito presentes nas práticas pedagógicas dos professores de ciências.

a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) se configura como um argumento democrático⁵ que deve estar presente na educação básica, contribuindo para a formação de cidadãos capazes de compreender e lidar criticamente com questões científicas e tecnológicas, promovendo, assim, uma participação mais democrática nas discussões e decisões da sociedade.

Podemos ampliar essa discussão ao incorporar as perspectivas de outros autores, como Auler (2003; 2007) e Auler e Bazzo (2001), que enfatizam que a ACT reflete uma concepção de ciência não neutra. Essa perspectiva se baseia em duas fundamentações: a primeira está relacionada à visão educacional de Paulo Freire, enquanto a segunda está associada à abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Quanto a primeira relação, a aproximação com os fundamentos educacionais propostos por Paulo Freire sinaliza que no processo educacional não se pode desprezar o querer conhecer e o aprender participando. Para Auler e Bazzo (2001) e Auler (2007, p. 15), a participação da sociedade nas decisões políticas é bastante deficiente, sendo importante “aguçar a curiosidade epistemológica” dos alunos, estimulando-os à participação no ato de conhecer para assumir o papel de sujeitos na sociedade em que estão inseridos em detrimento de uma concepção bancária.

Já na segunda relação, é possível encontrar pontos em comum nas duas abordagens (CTS e ACT), já que a educação CTS pode ser promotora da ACT. Gomes (2015) entende que a abordagem CTS permite problematizar o conhecimento científico, analisando-o sob o ponto de vista histórico e, levando em consideração, o seu percurso como construto humano marcado por subjetividades, mudanças e complexidade.

Por assim dizer, em se tratando do contexto de desenvolvimento, na década de 50 do século passado, a produção científica e tecnológica brasileira estava apartada dos interesses e hábitos da população, de tal forma que a interferência das produções na sociedade era analisada apenas do ponto de vista técnico (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010).

Para esses autores, já nos anos de 1960 e 1970, a produção estava quase que exclusivamente sob o domínio do Estado, incluindo aqueles conhecimentos gerados pelas

⁵ O termo argumento democrático busca promover princípios democráticos, tais como a participação igualitária, inclusão e tomada de decisões coletivas. Como está associada a alfabetização científica (ACT), podemos compreender que essa abordagem na educação científica objetiva empoderar os cidadãos na tomada de decisões informadas e participar ativamente na sociedade.

universidades. “Nesse período, a atividade científica estava focada em interesses da comunidade internacional e alheia à realidade brasileira” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 226).

Esses autores mencionam que a utilização de um método científico instrumental se baseava na perspectiva de uma ciência neutra para produção de conteúdos objetivos, em que a eficácia da técnica vigorava em detrimento da participação social. Assim, “ciência e tecnologia, portanto, eram vistas como formas autônomas da cultura e como possibilidades de compreensão e conquista da natureza” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 226). Isso gerou diversos impactos sociais e ambientais, já que o interesse pelo desenvolvimento do país estava acima das consequências negativas que poderiam surgir.

Os anos 1970 foram marcados por privilegiar a ciência pura, não mencionando a relação entre a produção tecnológica a partir dos conhecimentos científicos. Nesse caso, os produtos tecnológicos sofriam interferências de outros países.

Nos anos de 1980 e 1990, “o Estado passou a diminuir suas funções reguladoras e produtivas e abriu a economia ao comércio e à competitividade internacional” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 226). Nesse sentido, os autores apontam para necessidade de um novo contrato social:

[...] tendo em vista a construção de uma ciência socialmente comprometida com as reais necessidades da maioria da população brasileira e não limitada a acumular conhecimentos e avançar sem importar em que direção. Nessa perspectiva, a ciência e a tecnologia deixariam de ser vistas como atividades autônomas que seguem apenas uma lógica interna de desenvolvimento e passariam a ser entendidas como processos e produtos nos quais aspectos não-técnicos, como valores, interesses pessoais e profissionais, pressões econômicas, entre outros, desempenham um papel decisivo em sua produção e utilização (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 227).

Após a Segunda Guerra Mundial, surgiu um interesse crescente pelo estudo das ciências em diversos níveis de ensino. Na década de 1950, as propostas educativas focalizavam-se em proporcionar aos estudantes a exposição às verdades científicas, bem como o estímulo ao desenvolvimento do pensamento crítico e da ação (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010; KNAKIEVICZ, 2016).

Nesse contexto, as reformas educacionais buscaram se ajustar às transformações sociais, mas nem sempre com resultados desejáveis. Knakievicz (2016) cita as reformas das diretrizes curriculares do ensino de ciências decorrentes da Revolução Industrial e Tecnológica.

Por exemplo, no Brasil, a década de 1950 foi o marco inicial da participação do governo na normatização da educação científica, em todos os níveis, na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram sendo reconhecidas como no desenvolvimento econômico, cultural e social, no auge da Revolução Industrial (KNAKIEVICZ, 2016, p. 6).

Diante disso, na década de 1960, Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) destacam melhorias para o ensino de ciências. Essas melhorias se deram em torno de conteúdos e métodos de ensino, baseados no interesse da formação de futuros cientistas, sob a ótica internacional. Nesse caso, as atividades educativas eram promovidas com o intuito de levar os estudantes a descobrirem como funcionava a ciência e o desenvolvimento do pensamento científico.

“Apesar dos esforços para que ocorressem mudanças, durante a década de 1960, o ensino de ciências continuou focalizando essencialmente os produtos da atividade científica, possibilitando aos estudantes a aquisição de uma visão neutra e objetiva da ciência” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 229).

Para Knakievicz (2016, p. 6), “o sistema de ensino reproduzia o ambiente curricular da Revolução Industrial pela manutenção dos métodos de ensino padronizados e validados naquele contexto”. Assim, com o crescimento da industrialização e o desenvolvimento científico-tecnológico, o ensino de ciências reforçou o objetivo de formar futuros cientistas.

Nos anos seguintes, com o desejo de modernizar e desenvolver o país num curto período, foram incluídas no currículo as disciplinas que pretendiam oferecer noções para o mundo do trabalho, embora se valorizasse as disciplinas científicas. Dessa forma, ao longo dos anos 1970, a concepção empirista se tornou muito forte e o ensino de ciências passou a preconizar a vivência do método científico que deveriam possibilitar aos estudantes pensar e agir cientificamente (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 229).

“Na década de 1980, o ensino de ciências passou a ser entendido como uma prática social em conexão com o contexto político-econômico”. Para Nascimento, Fernandes e

Mendonça (2010, p. 231), “numa perspectiva crítica, o ensino de ciências poderia contribuir para a manutenção da situação vigente no país ou para a transformação da sociedade brasileira”. Desse modo, as instituições de educação repensaram novas propostas educativas e rumos para o processo de ensino e aprendizagem e, nesse caso, os alunos seriam estimulados a serem ativos no conhecimento. Os autores comentam que:

[...] as propostas educativas [foram] fundamentadas pelas teorias cognitivistas [e] reiteravam a necessidade de os estudantes não serem receptores passivos de informações ou meros aprendizes, pois deveriam saber usar, questionar, confrontar e reconstruir os conhecimentos científicos (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 231).

Meados nos anos 80 e durante a década de 90, o ensino de ciências visava a formação de um cidadão crítico e participativo, no qual as propostas educativas levariam os estudantes a desenvolverem questionamentos e se apropriarem das relações sobre ciência-tecnologia-sociedade-ambiente. No entanto, Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010, p. 232) apontam que o “ensino continuou sendo desenvolvido de modo informativo e descontextualizado, favorecendo aos estudantes a aquisição de uma visão objetiva e neutra da ciência”.

No final dos anos 90, segundo os autores, a educação científica passou a ser prioridade para todos (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010). Desse modo, surgiu a necessidade de uma alfabetização científica como forma de favorecer uma atuação crítica, consciente e cidadã aos estudantes, sendo que isso passou a ter maior ênfase nos anos 2000.

Dessa maneira, ao contemplarmos a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para a compreensão de uma educação científica na perspectiva crítica, consideramos que seu propósito é formar indivíduos capazes de cultivar percepções fundamentadas em conhecimentos científicos. Esse processo não só abrange a participação ativa em situações do cotidiano, incentivando a habilidade de questionar contextos desconfortáveis, mas, também, promove um compromisso social alinhado aos valores cultivados. Esse enfoque converge com a perspectiva apresentada por Santos (2007a) quando:

[...] consideramos que pensar em educação científica e tecnológica crítica significa fazer uma abordagem com a perspectiva CTS com a

função social de questionar os modelos e valores de desenvolvimento científico e tecnológico em nossa sociedade. Assim, uma pessoa letrada tecnologicamente teria o poder e a liberdade de usar os seus conhecimentos para examinar e questionar os temas de importância na socio tecnologia. Isso implica ser crítico no uso da tecnologia, ou seja, ter a habilidade intelectual de examinar os prós e contras do desenvolvimento tecnológico, examinar seus benefícios e seus custos e perceber o que está por trás das forças políticas e sociais que orientam esse desenvolvimento (SANTOS, 2007a, p. 7).

Os dois enfoques teóricos - Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) - ainda nos levam a perceber que a educação científica crítica perpassa por algumas abordagens que são relevantes para o seu desenvolvimento, entre elas, destacam-se a contextualização, a interdisciplinaridade e a discussão sobre a natureza da ciência. Assim, abordar a educação científica dessa forma não apenas promove uma compreensão mais profunda dos conhecimentos científicos, mas também prepara os estudantes para se tornarem pensadores críticos, capazes de aplicar seu conhecimento ao mundo em seu redor e contribuir para a resolução de problemas complexos que exige uma abordagem multifacetada.

Dessa maneira, a contextualização assume um papel importante no desenvolvimento da educação científica, tornando a apresentação dos conhecimentos científicos mais significativa para os alunos. Consideramos que ao relacionar os assuntos da ciência a uma variedade de situações, o aprendizado é aprimorado e torna o conteúdo mais acessível. Isso se deve ao fato de que as atividades podem incorporar as experiências pessoais dos estudantes, proporcionando uma aprendizagem mais eficaz pela conexão direta com o mundo ao seu redor.

Assim, é esperado que essa abordagem esteja presente na ação docente, mas nem sempre os professores conseguem incorporar a contextualização dos conhecimentos científicos da forma como deveriam. Santos (2007b) menciona que a prática descontextualizada do ensino de Ciências nas escolas resulta na transformação de muitos conceitos científicos em meros termos decorativos que são repetidos pelos alunos sem qualquer significado cultural.

Na prática docente, a contextualização deve ter como objetivo principal tornar os conhecimentos científicos mais acessíveis aos estudantes. Isso implica facilitar a compreensão, incentivar uma apropriação mais profunda do conhecimento, superar o senso comum e cultivar uma postura mais informada diante das informações. O foco é

orientar os alunos para além da simples aquisição de fatos, buscando uma compreensão significativa e uma visão crítica do conteúdo científico.

Quando consideramos a contextualização como promotora de uma percepção mais abrangente e crítica, a interdisciplinaridade adiciona contributos ao desenvolvimento de uma educação científica crítica. Ao “favorecer o alargamento de horizontes, experiências, práticas e intervenções sociais”, Azevedo e Borba (2020, p. 1566) destacam que as Ciências e suas Tecnologias não oferecem respostas universais para todas as questões enfrentadas por indivíduos e sociedades. Nesse sentido, os autores (AZEVEDO; BORBA, 2020) entendem que os conhecimentos devem se integrar e dialogar entre si em um espaço de racionalidade, com o objetivo de atender aos propósitos específicos de uma situação.

Para Calafell e Bonil (2007), é uma tradição cultural conceber o conhecimento científico a partir dos conceitos teóricos de cada disciplina escolar, o que, neste caso, se torna um obstáculo para uma compreensão mais ampla do mundo. Adicionalmente, Bonil e Puyol (2005, p. 3, tradução nossa) compreendem que os “fenômenos podem ser considerados como espaços de diálogo disciplinar”, em que “através de perguntas, os processos de ensino-aprendizagem se constituem em viagens contínuas entre o global e o essencial, o transdisciplinar e o disciplinar”⁶. Essa abordagem converge com a percepção apresentada por Gerhard e Filho (2012):

[...] a antiga perspectiva disciplinar cumpriu seus objetivos, mas já não consegue oferecer ferramentas eficazes para o enfrentamento das situações que ela mesma produziu. O todo já não é a mera soma de suas partes, o conhecimento científico, escolar ou não, é complexo, e para que os alunos possam perceber as relações entre os saberes é preciso que a complexidade chegue à educação escolar, o que pode ocorrer por meio da interdisciplinaridade, que busca religar os saberes pertencentes a diferentes disciplinas (GERHARD; FILHO, 2012).

Assim, um fenômeno natural como, por exemplo, a formação do arco íris, pode ser observado pela convergência de múltiplas interpretações não excludentes entre si, mas sim, complementares, favorecendo o diálogo disciplinar.

⁶ “Desde este punto de vista los fenómenos se constituyen como espacios de diálogo disciplinar y a la formulación de preguntas se añade la dimensión de herramientas focalizadoras hacía una disciplina concreta. A través de las preguntas los procesos de enseñanza aprendizaje se constituyen en viajes continuos entre lo global y lo esencial, lo transdisciplinar y lo disciplinar” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 3).

O diálogo disciplinar permite conectar saberes disciplinares a partir de uma visão que foge do reducionismo e das relações hierárquicas entre disciplinas, onde cada disciplina reconhece seus limites para conhecer os fenômenos do mundo. Permite integrar pontos de vista e interpretações de um mesmo fenômeno a partir de diversas dimensões disciplinares, possibilitando construir os modelos conceituais de cada disciplina e estabelecer relações entre eles (CALAFELL; BONIL, 2007, p. 3, tradução nossa)⁷.

Calafell e Bonil (2007) entendem que é possível trabalhar um fenômeno a partir de uma diversidade de enfoques disciplinares, uma vez que o diálogo disciplinar se configura como uma ferramenta potente no desenvolvimento de uma educação científica crítica. Bonil e Puyol (2005, p. 3, tradução nossa)⁸) compreendem que “a perspectiva da complexidade convida os professores a planejarem novos temas, fatos e modelos científicos para trabalharem com os alunos, de tal forma, que estes possam conceber os fenômenos como sistemas complexos”. Assim:

Uma educação científica que assume a complexidade se situa, sem perder a sua identidade, na necessidade de dialogar com outras disciplinas, desenhando estratégias que facilitem esse diálogo. Situa o desafio de fazer uma ciência que ajude a ver o mundo sem perder de vista a sua globalidade e ao mesmo tempo, a partir da globalidade, detectar aquelas questões que são próprias da ciência (BONIL; PUYOL, 2005, p. 4, tradução nossa)⁹.

Nesse contexto, os autores (BONIL; PUYOL, 2005, p. 3, tradução nossa) destacam sobre a necessidade de “estabelecer pontes com diferentes disciplinas e correspondentes modelos interpretativos” de modo que os alunos sejam encaminhados a desenvolver um “pensamento científico complexo e uma linguagem específica para

⁷ “El diálogo disciplinar permite conectar los saberes disciplinares desde una visión que huye del reduccionismo y las relaciones jerárquicas entre disciplinas, donde cada disciplina reconoce sus límites para conocer los fenómenos del mundo. Permite integrar puntos de vista e interpretaciones de un mismo fenómeno desde diversidad de dimensiones disciplinares posibilitando la construcción de los modelos conceptuales propios de cada disciplina y el establecimiento de relaciones entre ellos” (CALAFELL; BONIL, 2007, p. 3).

⁸ “[...] la perspectiva de la complejidad obliga a plantear nuevos temas, hechos y modelos científicos a trabajar con el alumnado derivados de concebir los fenómenos como sistemas complejos” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 3).

⁹ “Una educación científica que asume la complejidad se sitúa, sin perder su identidad, en la necesidad de dialogar con otras disciplinas diseñando estrategias que faciliten dicho diálogo. Sitúa el reto de hacer una ciencia que ayude a ver el mundo sin perder de vista su globalidad y al mismo tiempo, desde la globalidad, detectar aquellas preguntas que son propias de la ciencia” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 4).

expressá-lo e moldá-lo”¹⁰.

Com isso, o paradigma da complexidade parece complementar as exigências de formação do mundo contemporâneo no que diz respeito ao desenvolvimento de uma educação científica crítica. De acordo com Bonil e Puyol (2005), “o paradigma da complexidade se constitui um novo marco de referencial teórico adequado para compreender nosso mundo e atuar nas relações com os problemas sociais e ambientais” (BONIL; PUYOL, 2005, p.1, tradução nossa)¹¹.

A injustiça social e a insustentabilidade ecológica atualmente presentes exigem a construção coletiva de novas formas de sentir, valorizar, pensar e agir nos indivíduos e comunidades que possibilitem a todos os cidadãos do planeta alcançar uma vida digna em um ambiente sustentável. A busca por novas formas de abordar as relações entre as pessoas e destas com a natureza é um desafio em todos os âmbitos humanos. Na realidade, constitui um desafio para o pensamento humano e, conseqüentemente, um desafio de como lidar com a educação em geral e a educação científica em particular (BONIL; PUYOL, 2005, p. 1, tradução nossa)¹².

Apoiadas nessa reflexão, entendemos que o paradigma da complexidade “permite compreender o mundo e adquirir critérios para se posicionar e participar em sua transformação” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 1, tradução nossa)¹³. Portanto, o paradigma da complexidade é:

Uma forma de se posicionar no mundo que contempla o diálogo entre o antropocentrismo e o biocentrismo como forma de interação entre o indivíduo e o meio, entre a dimensão individual e coletiva em termos de auto-organização e entre homogeneidade e heterogeneidade como

¹⁰ “[...] establecer puentes con disciplinas diferentes y sus correspondientes modelos interpretativos [...] la formación de un pensamiento complejo y del lenguaje necesario para expresarlo y conformarlo [...]” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 3).

¹¹ “[...] el paradigma de la complejidad constituye un nuevo marco de referencia adecuado para comprender nuestro mundo y actuar en relación con los problemas sociales y ambientales” (BONIL; PUYOL, 2005, p.1).

¹² “La injusticia social y la insostenibilidad ecológica presentes en la actualidad reclaman la construcción colectiva de nuevas formas de sentir, valorar, pensar y actuar en los individuos y en las colectividades que permitan a toda la ciudadanía del planeta alcanzar una vida digna en un entorno sostenible. Buscar nuevas formas de abordar las relaciones entre las personas y de éstas con la naturaleza constituye un reto en todos los campos humanos. En realidad, constituye un reto para el pensamiento humano y, conseqüentemente, un reto sobre como afrontar la educación en general y em concreto la educación científica” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 1).

¹³ “[...] paradigma de la complejidad como un marco orientador más amplio que posibilita comprender el mundo y adquirir criterios para posicionarse y participar en su transformación” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 1).

forma de avançar para a equidade, assumindo a diversidade como valor positivo. Uma **forma de pensar o mundo** que integra a construção de modelos explicativos dos fenómenos a partir de uma epistemologia e organização cognitiva complexa através de uma construção constante que integra incerteza, pensamento articulador e multidimensional, imaginação lógica e integradora e perspectiva emocional. Uma **forma de agir sobre o mundo** definida como um método estratégico que se constitui como um processo retroativo entre teoria e ação que possibilita ao cidadão mover-se em direção a perspectivas que transformam o contexto (BONIL; PUYOL, 2005, p. 3, tradução e grifo nosso)¹⁴.

Diante o exposto, o paradigma da complexidade trata de uma forma de se posicionar no mundo; de pensar o mundo e de agir sobre o mundo. Há “necessidade em se construir um pensamento complexo para uma ação cidadã, orientado a uma forma de se posicionar no mundo e recuperar os valores da modernidade” (BONIL; PUYOL, 2005, p. 2, tradução nossa)¹⁵.

Portanto, a interdisciplinaridade visa integrar conhecimentos de diferentes disciplinas para abordar questões complexas, incentivando o diálogo disciplinar. Ambos estão alinhados ao paradigma da complexidade, que enfatiza a compreensão holística do mundo, estimulando a colaboração entre disciplinas para enfrentar desafios multifacetados. Essa abordagem favorece uma visão mais completa e interconectada, reconhecendo as interações e influências mútuas entre diversas áreas de estudo.

A terceira e última abordagem a ser discutida refere-se aos aspectos históricos, sociais e culturais presentes na natureza da ciência. Ao analisar o desenvolvimento científico, é importante ir além da aprendizagem em ciências, é necessário compreender as ciências. Na trajetória da construção e evolução científica, os conhecimentos foram desenvolvidos por seres humanos, sujeitos a erros e portadores de benefícios, mas também de riscos para a sociedade e o meio ambiente. Portanto, a ciência deve ser

¹⁴ Una forma de posicionarse en el mundo que contempla el diálogo entre antropocentrismo y biocentrismo como forma de interacción entre individuo y medio, entre dimensión individual y colectiva en clave de autoorganización, y entre homogeneidad y heterogeneidad como camino para avanzar hacia la equidad asumiendo la diversidad como valor positivo. Una forma de pensar el mundo que integra la construcción de modelos explicativos de los fenómenos desde una epistemología compleja y la organización cognitiva mediante una constante construcción que integra la incerteza, un pensamiento articulante y multidimensional, lógico e integrador de la imaginación y la perspectiva emocional. Una forma de actuar sobre el mundo definida como un método estrategia que se constituye como un proceso retroactivo entre teoría y acción que capacita a la ciudadanía para avanzar hacia perspectivas transformadoras del contexto (BONIL; PUYOL, 2005, p. 3).

¹⁵ “[...] la necesidad de construir un pensamiento complejo y la importancia de una acción ciudadana orientada por una forma de posicionarse en el mundo que recupera los valores de la modernidad”(BONIL; PUYOL, 2005, p. 2).

constantemente submetida à avaliação ética e política.

Assim, no intuito de evitar simplificações e distorções que contradigam uma abordagem científica ampla na abordagem de problemas, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007, p.147) propõem consensos importantes: i) abandonar a concepção do método científico como um conjunto rígido de regras aplicáveis de maneira mecânica; ii) rejeitar o empirismo ao considerar que o conhecimento não se origina apenas de dados puros, mas requer fundamentos teóricos; iii) destacar o pensamento divergente na pesquisa, adotando a formulação de hipóteses sujeitas a testes imediatos; iv) buscar coerência global para estabelecer generalizações e v) reconhecer o caráter social no desenvolvimento científico.

Podemos dizer, em síntese, que a essência da atividade científica – deixando de lado toda a ideia de “método” – encontra-se na mudança de um pensamento e de uma ação baseados nas “evidências” do senso comum, para um pensamento em termos de hipóteses, ao mesmo tempo mais criativo (é necessário ir mais longe do que o que parece evidente e imaginar novas possibilidades) e mais rigoroso (é necessário fundamentar as hipóteses e depois submetê-las cuidadosamente a prova, duvidar dos resultados e procurar a coerência global) (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007, p. 149).

Diante das discussões realizadas e compreendendo as contribuições da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a incorporação da contextualização, interdisciplinaridade e natureza da ciência no ensino de ciências para a promoção de uma educação científica crítica, concordamos com Strieder (2012) ao propor, pelo menos, três finalidades, a saber:

1. Uma educação científica que contribua para o desenvolvimento de percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno;
2. Uma educação científica que contribua para o desenvolvimento de questionamentos sobre situações que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e/ou sociedade;
3. Uma educação científica que contribua para o desenvolvimento de compromisso social diante de problemas ainda não estabelecidos e que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e sociedade (STRIEDER, 2012, p. 166).

Em suma, destacamos a importância da constituição de uma sociedade democrática, onde a participação ativa dos cidadãos nas decisões científico-tecnológicas e políticas públicas é crucial, pois é vista como uma garantia para a aplicação do princípio

da precaução, permitindo a análise dos riscos associados a inovações antes de sua implementação. Para isso, é preciso superar a cultura do silêncio, promovendo a aproximação dos indivíduos à produção do conhecimento científico, incentivando uma leitura crítica que possa abranger aspectos políticos, éticos, culturais, ambientais, sociais e econômicos.

1.2 Desenvolvendo uma percepção de educação científica crítica

Cada vez mais, a complexidade do mundo contemporâneo exige dos professores uma flexibilidade de interpretações e discussões sobre as relações entre ciência-tecnologia-sociedade no ensino de ciências. “Considera-se que o desenvolvimento científico e tecnológico é um processo conformado por fatores culturais, políticos, econômicos, epistêmicos, valores e interesses que fazem da ciência e da tecnologia processos sociais” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 241), portanto, não estão dissociados.

A educação científica requer a imersão dos estudantes numa cultura de percepção científica e tecnológica, importando, para isso, desenvolver concepções acerca da natureza da ciência. Visões que são distorcidas e empobrecidas desestimulam os alunos, quiçá, pode levá-los ao abandono de questões científicas, tornando-se um obstáculo para aprendizagem. Essa discussão, também, equivale para os professores, no que diz respeito a visão que eles apresentam e transmitem aos alunos (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Compreendemos que a visão sobre a ciência, o conhecimento teórico e prático da área bem como a consciência ética e política são fatores que influenciam o desenvolvimento do senso crítico e compromisso social dos estudantes em sala de aula. No entanto, nem sempre esses fatores podem estar bem articulados, o que resulta em diferentes concepções sobre a educação científica, se apoiando em diferentes níveis de criticidade. Por exemplo, em um trabalho feito por Asencio-Cabot (2017) com professores cubanos, a autora revela que há percepções deformadas das Ciências e reconhecimento de conteúdos do currículo como verdades absolutas, ignorando o processo de construção do conhecimento.

Nesse estudo (ASENCIO-CABOT, 2017), a maioria dos professores percebe a educação científica como sendo responsável por abordar os conhecimentos curriculares vinculados às disciplinas das ciências naturais e exatas (matemática, física, química,

biologia e geografia), sem, no entanto, fazer menção às áreas de humanidades.

A autora considera que uma pequena parcela de professores associa, ainda que de uma forma descritiva, os conhecimentos científicos aos impactos, avanços e riscos da Ciência e Tecnologia (C&T), não realizando uma leitura interdisciplinar das situações e ignorando o papel reflexivo, avaliativo e participativo dos alunos (ASENCIO-CABOT, 2017).

Segundo a Asencio-Cabot (2017), parte das dificuldades enfrentadas pelos professores no ensino de ciências decorre da formação inicial que tiveram. Desse modo, os professores recorrem aos recursos oferecidos pela escola, sendo, numa perspectiva geral, os saberes da educação científica adquiridos por meio de programas escolares e livros didáticos.

Auler e Delizoicov (2006) enfatizam sobre a necessidade de se investigar as concepções dos professores de ciências, já que muitos apresentam uma compreensão neutra, ambígua e incompleta de ciência e tecnologia, o que pode dificultar a formação de uma perspectiva crítica de educação científica.

O estudo de Rodríguez e Del Pino (2019) destaca contribuições significativas na reconstrução da identidade profissional docente por meio da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). De acordo com esses autores, ao planejar atividades no âmbito do processo formativo do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) na disciplina de Química, os professores foram capazes de promover a contextualização, interdisciplinaridade, pesquisa e pensamento crítico.

Os autores consideram que essas abordagens promovem “o estabelecimento de novas formas de sentir e ser professor, reconhecendo o papel e a responsabilidade social da profissão” (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2019, p. 115). Eles defendem que a abordagem CTS:

[...] reúne, por meio de seus pressupostos filosóficos e epistemológicos, uma série de características que levam à reconstrução da identidade profissional docente e à melhoria dos processos educativos, pois se contrapõe às deficiências do ensino conteudista tradicional, aproxima aluno e professor aprimorando essa relação, promove o trabalho coletivo, permite a compreensão do entorno socioeconômico e promove a reivindicação da profissão (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2019, p. 116).

Para Rodríguez e Del Pino (2019), a abordagem CTS impulsiona os professores

na busca por atualização de conhecimentos de fronteira e, também, favorece caminhos para eles compreenderem as relações presentes em sala de aula, visto que, o conhecimento vai além da disciplina e do pedagógico, sendo possível abordá-lo por meio de situações inerentes às relações humanas.

Para redirecionar o ensino de ciências para novos horizontes, é importante que os professores se familiarizem com os fundamentos teórico-metodológicos de suas práticas docentes. A relevância de ter os professores como protagonistas no ensino de ciências ganha destaque, especialmente quando a formação continuada é encarada como uma atividade constante em suas trajetórias profissionais. Essa abordagem oferece oportunidades para aprofundar reflexões e aplicar esses *insights* na prática. O objetivo central é sair da zona de conforto, superar limitações de conhecimento de maneira adaptativa às demandas específicas do contexto e promover uma reinterpretação do desenvolvimento de suas aulas em direção a uma educação científica crítica.

Um(a) professor(a) com uma visão distorcida da ciência tende a adotar práticas de ensino fundamentadas em abordagens tradicionais. Esse(a) docente, que segue o ensino conforme foi recebido, estrutura suas "estratégias de ensino, atividades de aprendizagem e materiais curriculares [...] com base na transmissão direta de conhecimentos" (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 3).

Tenreiro-Vieira (2004, p. 3) reconhece que, no modelo tradicional de ensino, "as práticas de ensino, em geral, tendem a continuar a não contemplar as capacidades de pensamento crítico", já que os alunos são orientados a agir passivamente através da leitura, escuta, anotações das explicações e memorização de conceitos.

Entretanto, nos dias de hoje, não podemos mais sustentar esse método de ensino. É crucial que adotemos uma abordagem que promova a perspectiva crítica na educação científica, reconhecendo a necessidade premente de capacitar tanto professores quanto alunos para o desenvolvimento do pensamento crítico.

Tenreiro-Vieira e Marques-Vieira (2000, p. 14) ressaltam que o pensamento crítico é fundamental na formação de indivíduos capacitados para enfrentar e lidar com a constante evolução dos sistemas cada vez mais complexos que caracterizam o mundo contemporâneo.

Para Santos, Santiago e Silva (2016, p. 3), o pensamento crítico pode ser entendido como "uma busca intencional e racional, contemplando-o como uma habilidade de resolver um problema que exija tomada de decisão". No entendimento desses autores, o

pensamento crítico envolve, também, a avaliação dos resultados ao se pensar sobre a solução de um problema e/ou num contexto de interação com os outros, isto é, a quanto adequada é uma decisão ou o quanto bem resolvido foi o problema”. Especificamente, existem duas formas de pensamento crítico: o pensamento crítico fraco e o pensamento crítico forte.

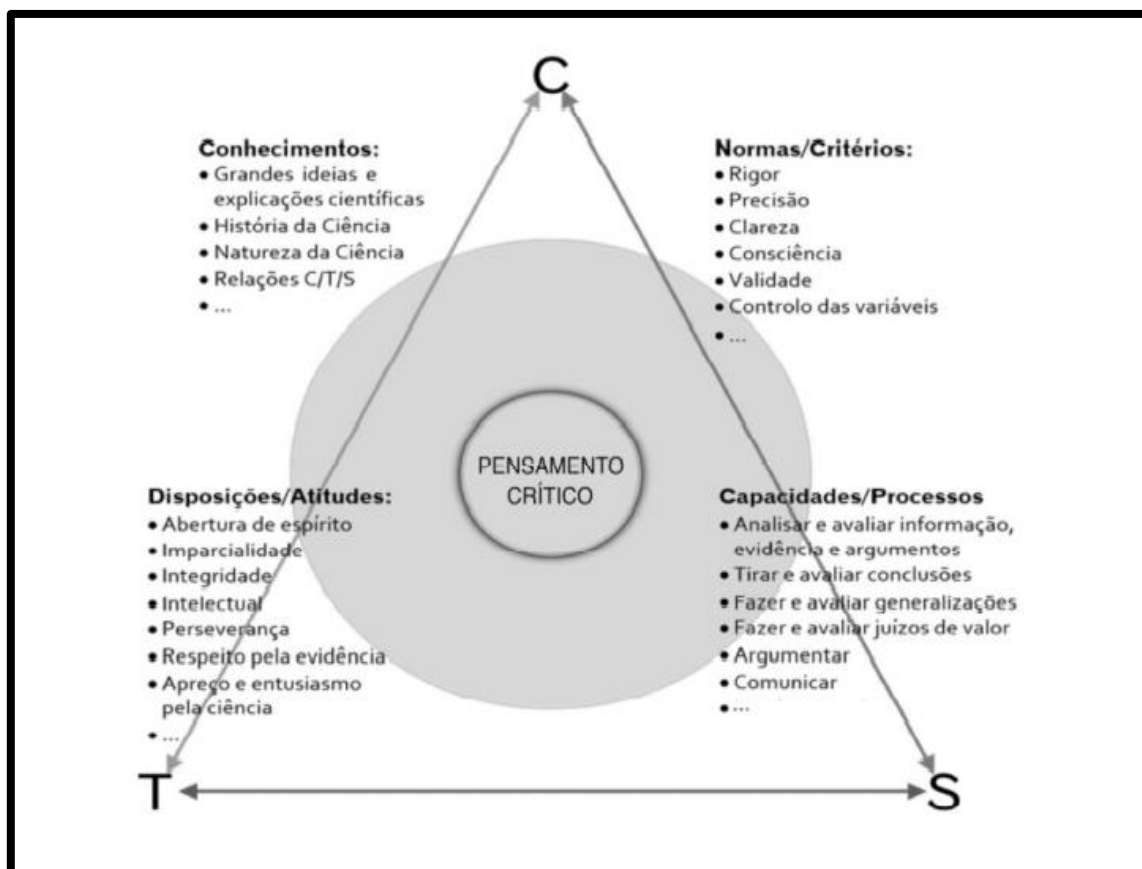
O pensamento crítico fraco é aquele em que o indivíduo pensa considerando apenas um ponto de vista, em contrapartida, o pensamento crítico forte, envolve o indivíduo em um pensamento dialógico, prezando a troca de informações e de pontos de vistas, essa visão de certa forma rompe com as aulas monótonas, tão enfadonhas do modelo tradicional de ensino (SANTOS; SANTIAGO; SILVA, 2016, p. 16).

Além disso, Tenreiro-Vieira e Marques-Vieira (2019) argumentam que o pensamento crítico tem o potencial de aprimorar as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Para respaldar essa perspectiva, eles apresentam um esquema composto por quatro elementos. Esses elementos são fundamentais para orientar uma tomada de decisão racional sobre ações a serem realizadas ou crenças a serem adotadas, especialmente no âmbito da resolução de problemas, que envolve a esfera da ciência e/ou tecnologia. São eles:

- Desenvolvimento dos conhecimentos (e.g. explicações científicas; história da ciência; natureza da ciência; relações CTS);
- Disposições/atitudes dos sujeitos envolvidos (e.g. abertura de espírito; respeito pela evidência; apreço e entusiasmo pela ciência);
- Normas/critérios (e.g. rigor; precisão; clareza; consciência etc.)
- Capacidades e processos (e.g. analisar e avaliar informação, evidência e argumento; tirar e avaliar conclusões;).

A Figura 1 ilustra essa perspectiva, destacando-se nela os quatro elementos do pensamento crítico para resolução de problemas (TENREIRO-VIEIRA; MARQUES-VIEIRA, 2019, p. 40): conhecimento; disposições/atitude; normas/critérios e capacidades/processos.

Figura 1: Quatro elementos do pensamento crítico.



Fonte: TENREIRO-VIEIRA; MARQUES-VIEIRA (2019, p. 39).

Conforme destacado pelos autores Tenreiro-Vieira e Marques-Vieira (2019, p. 39), a figura apresentada tem o propósito de guiar os educadores na escolha de recursos, no desenvolvimento de estratégias de ensino e na elaboração de atividades de aprendizagem. Essas diretrizes visam proporcionar aos “alunos experiências intencionais e explícitas de ação e participação, incentivando-os a reconstruir conhecimentos relacionados à ciência e tecnologia”. Além disso, busca-se fomentar o desenvolvimento e a aplicação de habilidades, disposições e normas pelos estudantes.

O desenvolvimento do pensamento científico demanda uma população que seja cientificamente letrada. Isso implica no desenvolvimento de habilidades e compreensão adequadas, permitindo que as pessoas entendam e participem ativamente de debates científicos. Essa capacidade estende-se também à compreensão das implicações tecnológicas, tanto para os indivíduos quanto para a sociedade. Em resumo, a promoção da literacia científica é relevante ao capacitar a população a interagir de maneira

informada e construtiva em questões científicas e tecnológicas (TENREIRO-VIEIRA, 2004). Nesse sentido, a autora considera que:

Muitas das competências a desenvolver nos alunos remetem para capacidades de pensamento crítico de que são exemplo: observar, procurar semelhanças e diferenças, formular questões e problemas, planificar e levar a cabo investigações apropriadas e fazer inferências e comunicá-las com base nos dados obtidos (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 3).

Como todos os estudantes de ciências serão integrantes dessa sociedade, há necessidade de os alunos serem “preparados para usarem as suas capacidades de pensamento crítico na recolha, avaliação e uso da informação para uma eficaz resolução de problemas e tomada de decisão a nível pessoal e profissional” (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 1). Assim, se constata sobre “a importância de ensinar os discentes a pensarem cada vez mais de maneira crítica, reflexiva e questionadora” (COSTA et al., 2021, p. 148).

Assim, em sala de aula, os professores enfrentam a necessidade de repensar as formas de se relacionar com o conhecimento científico escolar, avaliar os métodos e estratégias adotadas, repensando, também, a perspectiva de educação científica que adotam. No âmbito de cada professor, é essencial refletir se estamos formando os alunos para que eles possam entender o seu próprio mundo ou formando os alunos para que eles possam participar e transformar ativamente esse mundo.

1.3 A educação científica crítica no contexto atual e o papel dos professores

Até o momento, pudemos refletir os princípios que fundamentam a concepção de uma educação científica crítica, sinalizando alguns caminhos pelos quais o ensino pode percorrer para desenvolver boas práticas docentes, isto é, concebendo a educação científica, numa perspectiva crítica, pela ótica da abordagem da ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e da alfabetização científica (ACT).

Entender as concepções dos professores sobre ciência é fundamental para desmistificar visões distorcidas e reavaliar o currículo na formação inicial. Isso permite reformular as práticas docentes, visando desenvolver uma abordagem crítica na educação científica. Dessa forma, compreendemos que o estímulo às práticas docentes que incentivem o pensamento crítico e a participação ativa dos alunos torna capaz de formar uma população cientificamente letrada capaz de enfrentar os desafios do mundo

contemporâneo.

Na prática docente, é pertinente que os professores estejam atentos às informações discutidas em sala de aula. Muitas dessas informações, frequentemente divulgadas pela mídia, podem carecer do aprofundamento necessário que o conhecimento escolar pode oferecer, especialmente numa perspectiva crítica. Em algumas aulas, por exemplo, os professores podem concentrar-se apenas nos conceitos científicos, negligenciando a conexão com os aspectos históricos, sociais, econômicos, ambientais e políticos relacionados.

Nesse contexto, torna-se evidente a importância de os professores promoverem a integração entre os diversos aspectos relacionados ao conhecimento científico. Isso vai além de adotar discursos provenientes da mídia ou de materiais que carecem de uma abordagem crítica. Essa abordagem torna-se relevante dada a urgência do cenário atual, no qual enfrentamos desafios significativos que ameaçam a integridade da ciência.

Não é de hoje que enfrentamos descrédito na ciência. Se voltarmos à história brasileira, veremos que em vários momentos tivemos episódios de desconfiança na ciência, como aqueles que negaram o Holocausto, os efeitos do aquecimento global, os terraplanistas e os movimentos antivacina.

Atualmente, podemos relacionar o movimento antivacina às discussões polêmicas sobre o novo coronavírus. Mesmo diante de grandes avanços em vários países no sequenciamento do genoma viral, nos efeitos que a doença causou e nas marcas que deixou, a corrida para a produção de vacinas despertou debates pelo mundo todo. Vimos pesquisadores enfrentarem um grande negacionismo e um obscurantismo intelectual, alimentado por ignorância, desinformação e descaso, com ataques à produção do conhecimento que, muitas vezes, vieram de setores bastante letrados da população.

Tivemos uma imensa ofensiva aos conhecimentos construídos pelas Ciências para enfrentar a pandemia da Covid-19, com a “existência de grupos que atacam a ciência de modo deliberado e estratégico, não por serem simplesmente ignorantes, mas porque isso satisfaz seus interesses e faz parte de uma determinada agenda política (SILVA; VIDEIRA, 2020, p. 1043). A facilidade de encontrarmos adeptos dos movimentos já citados, antivacinas, do *design* inteligente e do terraplanismo e outros, mostram que:

Tais atores se pautam por reflexões pseudocientíficas, construindo argumentos frágeis aos olhos da Ciência, mas que têm feito sucesso nas mídias e redes sociais por serem convincentes ao apostarem em

raciocínios simples que descartam a complexidade de uma análise apoiada em fatos e dados; além de acionarem linguagens facilmente assimiláveis pela população, inclusive para grupos sociais que tiveram acesso à escolarização e formação em nível superior (AZEVEDO; BORBA, 2020, p. 1562).

Vivenciamos a transmissão de teorias negacionistas e notícias falsas pelo antigo governo federal¹⁶, principalmente, do presidente, no enfrentamento do vírus covid-19, causando uma pandemia que assolou o mundo inteiro. As atitudes e valores do presidente refletiram em discursos pautados em um relativismo de ordem não epistêmica ou cognitiva, mas de ordem moral, o que gerou um grande quadro de crises sanitária, política, científica, econômica e educacional.

Pelo reflexo na postura de resistência do presidente no enfrentamento à pandemia, ele minimizou o efeito da doença, desestimulou o distanciamento e o isolamento social e o uso de máscara. Assim, num conflito político, vivenciamos a demora pelos órgãos sanitários na recomendação de medidas de prevenção ao covid-19. O resultado foi um avanço rápido da pandemia, deixando um elevado número de mortes. O presidente, inclusive, defendeu a utilização de medicamentos e tratamentos que não possuem evidência comprovada para combater a Covid-19, por exemplo, o kit-covid¹⁷:

Ao tomar a si mesmo como referência única de valores e costumes para a sociedade brasileira, rivaliza, imerso numa aura maniqueísta, o debate em torno de uma droga controversa na resolução da pandemia, classificando aqueles que a validam como simpatizantes ao seu espectro político, enquanto aqueles que a refutam como seus adversários políticos. Assim procedendo, destitui a legitimidade do conhecimento científico reduzindo-o a uma ideologia política (SOUZA; INFANTE MALACHIAS, 2020, p. 23).

O confronto político avançou ao ponto de o presidente dizer que a vacina produzida pela China teria um *chip* comunista, de tal maneira que o país chinês teria sido o responsável pela produção do vírus em laboratório com fins de interesse econômico.

¹⁶ Governo de Jair Messias Bolsonaro, com mandato entre 1º de janeiro de 2019 e terminou em 1º de janeiro de 2023. Destacamos que sua administração de governo, durante o grave período de pandemia do covid-19 (2020-2022) foi marcado por uma maciça divulgação de notícias falsas, baseadas em teorias negacionistas e conspiratórias.

¹⁷ “O ‘kit-covid’ consiste em uma variação de combinações que incluem, invariavelmente, a cloroquina/hidroxicloroquina, a azitromicina, a ivermectina, e mais outros medicamentos, a depender da localidade” (SANTOS-PINTO; MIRANDA; OSORIO-DE-CASTRO, 2021, p. 2).

Somado a isso, tivemos o tratamento irônico da doença (“uma gripezinha”) e a indiferença no número de mortes (“e daí, não sou coeiro”).

Nesse período, houve uma forte difusão de *fakes news*, as quais ganharam espaço nas redes sociais. Por conter forte apelo emocional, as *fakes news* alcançaram diversos locais em milésimos de segundos, sendo capazes de influenciar diferentes públicos-alvo e gerar “um ambiente hostil ao pensamento crítico e ao conhecimento científico” (SILVA; VIDEIRA, 2020, p. 1041).

A pós-verdade, formada por narrativas desvinculadas da objetividade dos fatos, manipulando afetos e mobilizando opiniões, se torna um instrumento diário no combate ao conhecimento científico, à universidade, ao jornalismo sério, enfim, a toda e qualquer atividade que busque se fundar em critérios e parâmetros razoáveis e racionais (SILVA; VIDEIRA, 2020, p. 1042).

Por mais que a ciência e a educação pudessem fazer recuar as barbáries do presidente, o que vimos foi a inculcação de princípios de dominação, ódio e desprezo, violando direitos e o respeito à dignidade dos seres humanos. Segundo Charlot (2020), o ‘senhor’ desferiu comportamentos bárbaros, com “profundo ódio pela educação”, ficando evidentes, também, os cortes às verbas orçamentárias aos institutos e universidades federais e às bolsas de incentivo à pesquisa docente e, também, pelo desmonte de políticas voltadas à ciência e a educação, cultura, meio ambiente e outros.

Diante o cenário, percebemos uma grande desorientação da população quanto às informações que foram veiculadas, pois muitas pessoas se abasteceram de notícias em redes sociais pelo fácil acesso e apelo emocional inerentes a esses meios digitais. Nesse cenário de guerra cibernética, notícias factíveis e de fontes idôneas perderam espaço para inverdades ou meia-verdades que serviram para desqualificar sujeitos, processos sociais e instituições educacionais (AZEVEDO; BORBA, 2020, p. 1560).

Por mais que o conhecimento científico possa trazer alto grau de importância na desmistificação de inverdades, destacamos o interesse aparentemente apático da população, em que o conhecimento e a prática científicas são, ainda, um mundo paralelo, isto é, apartado da vida diária (SOUZA; INFANTE MALACHIAS, 2020).

Numa entrevista concedida a Marc Bassets (2019, s/p.), Bruno Latour, filósofo francês, considera que é preciso existir um mundo compartilhado entre os meios de comunicação, a ciência, as instituições e a autoridade. O pensador diz: “Para que os fatos

científicos sejam aceitos, é preciso um mundo de instituições respeitadas”. Latour considera que um mundo está contra o outro e tudo o que o outro diz, é falso.

Por exemplo, "as vacinas são o exemplo de um fato que precisa de uma vida pública. Se eu sair pela rua com uma seringa tentando vacinar as pessoas, serei considerado um criminoso. Se a vida pública é deteriorada por pessoas que consideram que – não importa o que você disser – este não é o mundo delas, os fatos não servem para nada." (BASSETS, 2019, s/p.)

Resumidamente, alicerçar os fatos requer uma base de pensamentos respaldada por instrumentos e instituições. O filósofo Bruno Latour (BASSETS, 2019) propõe a solução de estabelecer um entendimento compartilhado, permitindo debates entre indivíduos civilizados acerca dos desafios que afetam a comunidade.

Azevedo e Borba (2020, p. 1568) consideram que “[...] a especialização e o crescimento da natureza técnica da ciência moderna, se não acompanhada de sua popularização e divulgação, podem ser vistas como problemas sociais que aumentam as diferenças e promovem processos de exclusão e de alienação”, incluindo a concepção de complexidade dos assuntos.

Essa aparente complexidade e formação dos sujeitos podem ser trabalhadas no espaço escolar, onde essa concepção poderá ser ressignificada, de tal forma que os alunos tenham um novo olhar para a ciência desde os anos iniciais. A vivência da ciência cotidiana permitirá o confronto com ideias contrárias, concretizando-se em discursos e ações para a transformação da realidade. Em diálogo com a literatura, compreendemos:

A multiplicidade de desafios que o planeta Terra enfrenta releva, pois, o papel da educação, nomeadamente em ciências, desde os primeiros anos de escolaridade, na promoção de competências para uma cidadania mais sustentável. Nesta perspectiva é preconizado um quadro de formação globalizante e integral, o qual além dos conhecimentos científicos, também releva a promoção das capacidades de pensamento crítico e de atitudes e valores. Nesta sequência, a concretização dos objetivos de desenvolvimento sustentável para 2016-2030, acentua não só a necessidade de comprometimento dos governos dos países, mas também do envolvimento de todos os cidadãos, sendo, a escola, em geral, e as crianças e jovens, em particular, centrais neste apelo global de participação cidadã, com competência (TENREIRO-VIEIRA; MARQUES-VIEIRA, 2019, p. 38).

A escola é um espaço fundamental para a formação de um cidadão consciente e crítico das adversidades que se pode enfrentar. Para Azevedo e Borba (2020, p. 1568), a

escola se “revela fulcral para o momento em que vivemos, por ser nesse nicho específico que o conhecimento científico se reconstrói, se materializa moldado por embates e disputas, amalgamado por diferentes condicionantes e visões de mundo, na forma de disciplina escolar”.

Sendo a escola um importante espaço para a construção de visões e ações no mundo, as justificativas devem se fundamentar em conhecimentos válidos e não em informações com origem duvidosa. Nesse cenário, os professores de ciências são profissionais que podem orientar, questionar e propor situações de reflexões e ações com a finalidade de fazer os alunos compreenderem, analisarem, interpretar e se posicionarem frente às situações cotidianas, com o intuito de desenvolver uma educação científica crítica.

Para promover uma educação científica crítica, é fundamental estabelecer princípios, métodos e estratégias que orientem o trabalho pedagógico. Nesse sentido, é essencial que os professores tenham uma visão abrangente da realidade ao seu redor, a fim de promover o pensamento crítico, a tomada de decisões e a participação social. Além disso, ao realizar reflexões e discussões com base na realidade dos alunos, os professores contribuem para a expansão e o aprofundamento dos conhecimentos, competências, atitudes e valores.

CAPÍTULO II: A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA LITERATURA PELA PERSPECTIVA DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Nas pesquisas realizadas, por uma breve investigação da literatura, evidenciamos estudos (2003-2020) que revelam uma visão de educação científica crítica muito próxima às experiências da prática docente, com menção de estratégias de ensino que são desenvolvidas em sala de aula. Nesse capítulo, percebemos a necessidade de realizar um exercício teórico e reflexivo sobre o papel que as estratégias podem favorecer o desenvolvimento de uma educação científica crítica e da evidência de boas práticas.

2.1 Reflexão sobre o papel das estratégias no desenvolvimento de uma educação científica crítica e evidência de boas práticas

Em março de 2021 realizamos uma busca nos periódicos da CAPES¹⁸ de forma sistematizada. Utilizamos as palavras-chaves: “educação científica” e “visão dos professores de ciências” e selecionamos trabalhos que condiziam com nosso objetivo de pesquisa¹⁹. Diante desse segundo termo, fizemos algumas variações, alterando “visão” para “perspectiva”. E, por fim, alteramos mais uma vez o segundo termo, de “perspectiva” para “percepção”.

Analisamos o título do trabalho, fizemos a leitura do resumo e consultamos a metodologia, os resultados e as considerações finais. Os trabalhos selecionados apontaram para a discussão de estratégias didáticas. Segundo Pasquarelli e Oliveira (2017), o papel de um professor, especializado em Ciências e Biologia, vai além da mera aplicação de teorias. Ele incorpora uma variedade de conhecimentos, incluindo saberes advindos da experiência e oriundos da reflexão sobre situações práticas ao longo de sua carreira.

As discussões sobre as bases teóricas e epistemológicas em que o Ensino, os processos de ensino e aprendizagem, as estratégias didáticas-metodológicas e a prática docente estão ancoradas são fulcrais para que possamos planejar ações docentes que estejam próximas a uma

¹⁸ Na busca por trabalhos nos periódicos da CAPES, há possibilidade em se realizar a personalização da pesquisa. Assim, ao inserirmos as palavras-chaves de interesse, “educação científica”, selecionamos a opção “exata” do termo. Nesse caso, para a expressão “visão de professores de ciências”, especificamos apenas para conter as palavras, já que não encontramos resultados para a opção exata. Alteramos para o termo “perspectiva” e, por último alternado o termo para “percepção”.

¹⁹ O objetivo geral de nossa pesquisa foi analisar o que pensam os professores de ciências sobre a educação científica, numa perspectiva crítica, no contexto escolar.

concepção formativa que atenda às demandas da sociedade. No entanto, uma melhor compreensão da parte dos docentes sobre as formas de apropriação e transposição do conhecimento científico não é um debate unicamente teórico, mas também eminentemente prático (PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017, p. 187).

Em nossas buscas por trabalhos vinculados ao desenvolvimento de uma educação científica crítica, percebemos a necessidade de refletir sobre as práticas que são desenvolvidas pelos professores no ensino de ciências. Desse modo, em abril de 2021, realizamos uma nova busca nos periódicos da CAPES²⁰. Dessa vez, utilizamos o termo “educação científica” combinando-o com o termo “boas práticas pedagógicas em Ciências”. Decidimos reduzir o segundo termo para “boas práticas pedagógicas”, gerando resultados semelhantes. Fizemos algumas outras variações no segundo termo, retirando o adjetivo “boas” e buscando por: “práticas pedagógicas em Ciências”.

Em outro momento, deixamos a busca mais ampla e adotamos apenas “práticas pedagógicas”, o que resultou em muitos trabalhos encontrados, inclusive de várias áreas de estudo. Nesse caso, buscamos por artigos que apresentavam o termo exato da expressão “educação científica”, associando-o com o termo “estratégias metodológicas em Ciências” e, selecionamos, conforme a aproximação com a nossa pesquisa.

Portanto, diante as pesquisas realizadas, selecionamos aquelas que estavam voltadas a temática de nosso estudo. Nesse caso, ao todo, foram 13 trabalhos selecionados e que podem ser consultados no quadro a seguir:

²⁰ Na busca por trabalhos nos periódicos da CAPES, há possibilidade de se realizar a personalização da pesquisa. Assim, ao inserir as palavras-chaves de interesse, “educação científica”, especificamos pela opção “contém” o termo. Da mesma forma fizemos para o termo “boas práticas pedagógicas em ciências” e depois para “boas práticas pedagógicas”.

Quadro 1: Organização dos trabalhos encontrados nos periódicos da CAPES.

Nº	ASSUNTO PRINCIPAL	AUTOR(S)	TRABALHO	ANO
1	Formação de professores em workshop	Daniel GIL-PEREZ et. al.	A educação científica e a situação do mundo um programa de atividades dirigido a professores.	2003
2	Interdisciplinaridade	Ana Cristina GERHARD	A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio (Dissertação).	2010
3	Experimentação e história da filosofia da ciência	Márcia Cristiane Eloi Silva ATAIDE; Boniek Venceslau da Cruz SILVA	As metodologias de ensino de Ciências: contribuições da experimentação e da história da filosofia da ciência.	2011
4	Qualidade da educação científica	Flávia REZENDE et. al	Qualidade da educação científica na voz dos professores.	2011
5	História e filosofia da ciência	Boniek Venceslau da Cruz SILVA	A história e a filosofia da ciência no ensino médio: a visão dos futuros professores de física.	2011
6	Investigação científica	Corina GONZALEZ-WEIL et al.	Approach to inquiry as orientation to science teaching: a study about innovative practices of science teachers in secondary education classrooms of the Region of Valparaiso, Chile	2012
7	Controvérsias em experiências pedagógicas em CTS/CTSA	Rogério Gonçalves de SOUZA e Licurgo Peixoto de BRITO	Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de Ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras?	2015
8	Ensino experimental	Anders Teixeira GOMES et al.	Ensino experimental: Implementando um plano de gerenciamento de laboratórios didáticos de química em uma instituição federal de educação, ciência e tecnologia.	2015
9	Relatório científico	Ariane CORDEIRO e Tania MAGALHÃES	A escrita do relatório científico na escola básica: o que dizem os professores?	2017

Nº	ASSUNTO PRINCIPAL	AUTOR(ES)	TRABALHO	ANO
10	Aprendizagem baseada em projetos	Bruno Vicente Lippe PASQUARELLI e Thais Benetti OLIVEIRA	Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sociopolítica da didática	2017
11	Modelos didáticos e concepções de ciência da natureza	Gisele Soares Lemos SHAW	Os modelos didáticos de licenciandos em Ciências da natureza no estágio e as imbricações com suas concepções de natureza da ciência.	2018
12	Enfoque CTS	Tárcio Minto FABRÍCIO e Denise de FREITAS	Educação científica e o enfoque CTS: Percepções de um grupo de professores de Ciências em formação inicial.	2020
13	Práticas pedagógicas de Ciências nos anos iniciais	Leonardo Salvalaio MULINE; Isabela Cabral Félix DE SOUSA	Práticas pedagógicas no ensino de Ciências dos anos iniciais da educação fundamental no contexto de uma escola municipal de Vitória/ES	2020

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao longo de várias décadas, o ensino de ciências passou por diversas reformas, sendo um dos motivos a observação no desinteresse dos jovens pelas carreiras científicas. Para isso, estudiosos da área de educação perceberam a necessidade de adotar diferentes práticas e metodologias, com o interesse em superar o “currículo escolar enciclopédico e ao mesmo tempo reduzido” das Ciências (ATAIDE; SILVA, 2011, p. 174).

Desde os anos iniciais, as práticas pedagógicas voltadas ao ensino de Ciências são realizadas de “forma fragmentada no ambiente escolar”, isto é, não há “conexão com a realidade do aluno e com outras disciplinas” (MULINE; SOUSA, 2020, p. 163).

Nesse contexto, Shaw (2018) revela que parte das práticas pedagógicas desenvolvidas se deve às concepções de natureza da ciência dos professores e que, a partir disso, a autora considera ser capaz de definir os modelos didáticos adotados no processo de ensino. Adicionamos, também, as relações sociais e a cultura do indivíduo como fatores influentes dos modelos didáticos analisados. Desse modo, cabe mencionar a compreensão da autora sobre modelo didático:

Trato a ideia de modelos didáticos de ensino para expressar o modo do professor compreender e agir no seu processo de ensino. Isso envolve não somente as metodologias que ele utiliza nesse processo, mas também a forma com que avalia a aprendizagem dos alunos, a maneira como se relaciona com eles e o modo como organiza e operacionaliza as situações de ensino e aprendizagem. Logo, o modelo didático assumido por um professor abrange suas perspectivas e ações didáticas e pedagógicas (SHAW, 2018, p. 220).

A autora afirma que esses modelos didáticos possuem origens filosóficas e destacam-se três deles: empirista, racionalista e construtivista. Na “perspectiva empirista, o conhecimento verdadeiro está presente na natureza e cabe ao cientista buscá-lo por meio do uso do método científico”; no segundo modelo, “os racionalistas defendem o uso da razão na aquisição do conhecimento científico” e, portanto, os erros na aprendizagem estariam relacionados aos problemas de raciocínio lógico e abstrato e, por fim, no terceiro modelo, os construtivistas defendem que os estudantes constroem o conhecimento de maneira ativa, criando novas ideias por meio de conhecimentos que já possuem (SHAW, 2018, p. 221). Sobre isso, ela conclui dizendo que as:

[...] concepções inadequadas de professores acerca da produção do conhecimento na ciência se refletem em modos de ensinar que conduzem alunos a desenvolverem concepções também simplistas de

ciência. Ainda, CNC [concepções de Ciências da natureza] simplistas, podem influenciar professores a desenvolverem modelos didáticos de ensino-aprendizagem menos complexos (SHAW, 2018, p. 223).

Assim, Shaw (2018) considera que identificar o modelo didático assumido pelos professores permite conhecer o nível de concepção epistemológica e, também, o nível de progressão na prática docente.

Partindo disso, em seu estudo, a autora buscou identificar os modelos didáticos assumidos por quatro licenciandas em Ciências da Natureza. Dos quatro modelos apresentados em seu trabalho (modelo didático tradicional, modelo tecnológico, modelo espontaneísta-ativista e modelo investigativo), ela verificou que três licenciandas apresentavam concepções e práticas de ensino de Ciências mais voltada ao modelo didático tecnológico, enquanto a quarta licencianda aproximou-se do ensino investigativo, trabalhando a mudança conceitual dos estudantes por meio do questionamento, de elaboração de hipóteses e da investigação.

Além disso, a autora identificou que as três licenciandas que assumiram uma perspectiva voltada ao modelo didático tecnológico, elas apresentavam um nível de progressão profissional intermediária em detrimento da quarta licencianda que se mostrou em um nível mais avançado. Portanto, Shaw (2018, p. 223) reflete que se faz necessário auxiliar os sujeitos a “adquirir visões menos simplistas de natureza da ciência e, assim, a desenvolver práticas didáticas que auxiliem os estudantes em sua educação científica”.

Em síntese, a autora argumenta que as práticas pedagógicas dos professores são fortemente determinadas por suas visões sobre a natureza da ciência. Segundo ela, os modelos didáticos escolhidos para o ensino refletem essas perspectivas e podem ser considerados como a maneira pela qual os professores compreendem e conduzem o processo de ensino. Dessa forma, uma compreensão inadequada por parte dos professores sobre a produção do conhecimento científico pode resultar em abordagens de ensino simplistas, impactando os alunos e levando-os a desenvolverem visões igualmente simplificadas da ciência.

Há autores que levantam estratégias de ensino que podem direcionar o desenvolvimento de uma educação científica, numa perspectiva mais crítica. Uma dessas estratégias poderia ser o relatório científico. Consideramos que diante dessa estratégia de há pelo menos dois aspectos importantes no ensino de Ciências, em que se deseja atingir:

- i) desenvolver a linguagem, a escrita e a oralidade como um dos pilares para a

argumentação e comunicação com a sociedade (CORDEIRO; MAGALHÃES, 2017) e ii) realizar e sistematizar o resultado de experimentos/estudos de campo como forma de reconhecer a produção do conhecimento científico (GOMES et al. 2015).

Sobre o primeiro aspecto, apoiamo-nos em Cordeiro e Magalhães (2017) as quais sugerem aportes teóricos para o desenvolvimento de competências associadas a leitura, escrita e oralidade, tal qual sobressaem o interacionismo socio discursivo e o letramento científico. As autoras consideram que a aprendizagem da escrita por meio de relatórios científicos é relevante para a prática social, visto que, por ser considerado um gênero textual para divulgação científica, ele propicia o desenvolvimento de competências tais como o da leitura, da escrita e da oralidade e, por consequência, o da argumentação e comunicação.

Para além do desenvolvimento de tais competências, as autoras compreendem que o relatório científico, também, apresenta elementos da metodologia científica, a qual é representativa da construção do conhecimento científico por meio de etapas que compõem o estudo. É importante que o estudante tenha o contato com essa estratégia o mais cedo possível dentro dos anos escolares, de modo que ele possa desenvolver progressivamente competências da linguagem científica e faça uso dos conhecimentos apreendidos em vida social (CORDEIRO; MAGALHÃES, 2017).

Em se tratando de uma linguagem específica, as autoras consideram pertinente que o relatório científico seja feito numa abordagem interdisciplinar, não ficando apenas a cargo da disciplina de língua portuguesa, a responsabilidade do ensino da leitura e da escrita (CORDEIRO; MAGALHÃES, 2017) e, o experimento científico, a cargo das áreas de exatas e biológicas (FRANCELIN, 2004). Os autores entendem que o processo de ensino do conteúdo e da construção de um relatório científico pode ser explorado pelas diversas áreas, sem, contudo, atribuir funções específicas a cada uma das disciplinas, despertando, inclusive, a motivação e o interesse do aluno pelo novo gênero textual.

Quanto ao segundo aspecto mencionado (realizar e sistematizar o resultado de experimentos/estudos de campo como forma de reconhecer a produção do conhecimento científico), Ataíde e Silva (2011) ressaltam que a utilização de experimentos favorece o reconhecimento do processo de construção do conhecimento científico, pois inclui a observação; a elaboração de hipóteses; a realização de testes; a interpretação dos resultados e a conclusão. Os autores entendem que:

Para as atividades experimentais no ensino de Ciências, a interpretação de dados ou fenômenos, elaboração de hipóteses, manuseio e instrumentação de equipamentos, resolução de problemas, análise de dados e a argumentação favorecem a relação entre teoria e prática (ATAIDE; SILVA, 2011, p. 175).

Dessa forma, com a adoção de experimentos em sala de aula, Ataíde e Silva (2011) apontam que é possível estabelecer relações mais contextualizadas como, por exemplo, levantar os impactos ambientais causados pelo descarte de resíduos químicos em locais inadequados. Eles afirmam que, em algumas disciplinas como a Química, a compreensão melhora quando se relaciona o saber escolar e o cotidiano dos alunos por meio de práticas experimentais.

Ampliando a compreensão sobre contextualização e produção do conhecimento científico, Ataíde e Silva (2017) propõem que se integre a história e a filosofia da ciência nos conteúdos abordados pelos professores em sala de aula. A intenção é promover a discussão sobre a formação dos conhecimentos científicos sob uma perspectiva humana, histórica e social.

Nesse sentido, os professores devem perceber a ciência como cultura, cujos conhecimentos influenciam e são influenciados pelo meio em que estão inseridos. Assim, a inserção dessa abordagem “pode contribuir para a melhoria de aspectos da natureza da ciência, por exemplo: a percepção da ciência como atividade humana, a falibilidade dos cientistas e o mito do gênio da ciência” (ATAIDE; SILVA, 2011, p. 177).

Ataíde e Silva (2011, p. 177) acrescentam que devido a própria natureza da história e filosofia da ciência, há possibilidade de interação com outras disciplinas (filosofia, história, arte, literatura), inclusive de recriação de práticas de ensino como: “textos históricos, peças teatrais, debates, júri simulado, unidades didáticas, dentre outras.”

Porém, nem sempre isso é de fácil realização pelos professores. Como exemplo, temos um estudo que evidencia essa dificuldade (SILVA, 2011). Nesse trabalho, o autor apresentou 50 alunos de cursos de licenciaturas de Física de várias universidades do Brasil e mostrou diversos impasses que dificultam o exercício da prática pedagógica em abordar a história e a filosofia no ensino de ciências. Os licenciandos citaram como fatores limitantes, a quebra das aulas tradicionais em aulas simples; a falta de material didático; as questões metodológicas e, também, a falta de formação docente (SILVA, 2011).

Nesse estudo (SILVA, 2011), embora uma parcela dos licenciandos (32

participantes) reconheçam a importância da história e filosofia no ensino de Ciências, há um grupo (18 participantes) que não se mostra favorável a inserção desses conteúdos, pois eles consideram que essas relações se mostram muito abstratas no ensino médio ou, então, não se sentem capacitados para fazer tal abordagem.

Dessa forma, o autor considera que as relações da história e filosofia no ensino de ciências não são triviais de serem realizadas, pois demandam tempo e/ou certa experiência dos professores, no entanto, o autor destaca que quando adotadas, fazem diferença para o engajamento dos alunos, proporcionando uma visão holística do conteúdo abordado (SILVA, 2011).

Essa visão holística, também, pode ser alcançada pelo desenvolvimento da interdisciplinaridade entre as disciplinas escolares e a contextualização dos conhecimentos científicos no cotidiano dos alunos. Consideramos que muito do ensino oferecido ocorre de maneira fragmentada ou não contextualizada (MULINE; SOUSA, 2020, p. 165).

No que se refere às disciplinas científicas, o que se nota frequentemente é que o foco ainda é a valorização do conteúdo exacerbado dos conhecimentos específicos de cada área, não acontecendo possíveis articulações com diversos campos do saber, embora conceitualmente se fale cada vez mais da perspectiva de interdisciplinaridade. Além disso, muitos educadores não conseguem fazer uma contextualização com o cotidiano do educando, isto é, não ocorre a significação daquele processo de ensino e de aprendizagem, o que demanda conhecimento dos contextos dos alunos para promover uma educação científica com foco nestes contextos. (MULINE; SOUSA, 2020, p. 165).

Gerhard (2010) complementa essa abordagem dizendo que a fragmentação dos conteúdos impede que os alunos desenvolvam uma noção integrada dos diferentes saberes. Como os conhecimentos são apresentados de maneira estanque, os alunos estão acostumados a compreenderem os assuntos em suas devidas “caixinhas”, tendo, portanto, dificuldade em estabelecer relações e ver significado naquilo que aprende.

Cabe mencionarmos que as características de não contextualização dos conhecimentos científicos na vida dos alunos ocasionam falta de interesse e de prazer dos alunos, o que são reflexos de um currículo engessado (MULINE; SOUSA, 2020); GONZÁLEZ-WEIL et al., 2012; REZENDE et al., 2011). Neste último trabalho, as autoras destacam a interdisciplinaridade como uma estratégia levantada pelos professores de Ciências e que melhora a qualidade do ensino.

A falta de interesse e de prazer nas atividades pode ser mobilizada por meio da investigação científica. González-Weil et al. (2012, p. 87, tradução nossa) destacam sobre a importância de “um ensino centrado no aluno, no qual o docente possa orientá-lo quanto a construção do conhecimento científico, utilizando atividades que envolvam uma série de competências relacionadas ao fazer científico”²¹. Dessa forma, os autores defendem que uma maneira de se conceber o ensino de Ciências seja pela metodologia de ensino baseada na investigação científica.

Para isso, os professores podem elaborar sequências didáticas, organizando as atividades em torno dos conceitos científicos centrais, em que o professor possa mediar e desenvolver o protagonismo do aluno na construção do conhecimento científico. Assim, os professores consideram que desenvolvem a competência científica, promovendo conhecimentos, capacidades e atitudes (GONZÁLEZ-WEIL et al., 2012).

Em relação ao conhecimento, ele se constrói em torno de conceitos científicos e, em menor escala, da compreensão da Natureza das Ciências. O campo das capacidades está voltado para o trabalho de procedimentos característicos do trabalho científico, como a formulação e resolução de problemas. Como campo atitudinal, promove-se o desenvolvimento de uma atitude crítica e rigorosa e, em menor escala, a preocupação com o meio ambiente, entre outros (GONZÁLEZ-WEIL, 2012, p. 89, tradução nossa)²².

Tal como apontado pelos autores, compreendemos que os professores podem trabalhar os conteúdos sob a perspectiva conceitual, procedimental e atitudinal, ampliando a formação do estudante.

Outra possibilidade de abordagem para formação integral desse sujeito pode ser favorecida por meio de uma aprendizagem baseada em projetos, ao que Pasquarelli e Oliveira (2017, p. 188) defendem a sua inserção paralela ou transversal ao currículo já existente. Segundo esses autores, essa estratégia didática permite trabalhar as dimensões técnica, humana e sociopolítica, graças ao trabalho interdisciplinar fomentado por

²¹ “[...] una enseñanza centrada en el alumno, en donde el docente orienta la construcción de conocimientos científicos en el alumnado a través de actividades concretas que involucran el poner en juego una serie de competencias relacionadas con el quehacer científico” (GONZÁLEZ-WEIL et al., 2012, p. 87).

²² En relación al conocimiento, éste se construye en torno a conceptos científicos y, en menor medida, a la comprensión de la Naturaleza de las Ciencias. El ámbito de las capacidades está enfocado al trabajo de procedimientos característicos del que hacer científico como formular y resolver problemas. Como ámbito actitudinal se promueve, entre otros, el desarrollo de una actitud crítica y rigurosa y, en menor medida, la preocupación por el entorno (GONZÁLEZ-WEIL, 2012, p. 89).

contribuições de áreas como a Educação e a Sociologia. Eles mencionam sobre a possibilidade de “atender um ensino voltado a formação para cidadania e a inserção e participação permanente do estudante em diferentes contextos”.

Pasquarelli e Oliveira (2017) consideram que a aprendizagem em torno de projetos contribui para o desenvolvimento de habilidades complexas tais como:

“[...] à análise de informação de diversas fontes-científicas ou não; a capacidade de autonomia na investigação ou estudo sobre determinado tema; o levantamento de hipóteses e elaboração de propostas de intervenção, a partir de ideias idiossincráticas; a observação da realidade local e dos fatores sociais, políticos e econômicos envolvidos nessa realidade; a identificação de problemas locais; o respeito à opinião e a ação do próximo; a intervenção em determinadas ações locais e a participação pública em questões pertinentes” (PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017, p. 198).

Entendemos que tais habilidades serão desenvolvidas a partir de uma “multiplicidade de aspectos que compõem a realidade”, já que há possibilidade de articular “contribuições de diversos campos de conhecimento”, favorecendo relevância às questões socio científicas e aos problemas locais. Assim, os projetos podem se desenvolver em torno deles e serem direcionados para metas objetivas ou para a produção de algo mais específico, como um jornal, por exemplo (PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017, p. 198).

Se desejamos que os alunos desenvolvam habilidades complexas como as que foram mencionadas anteriormente por Pasquarelli e Oliveira (2017, p 189), há “um árduo caminho de reflexão sobre questões didáticas e metodológicas, caso o nosso intuito seja o de contribuir para esse tipo de formação”.

Nesse sentido, González-Weil et al. (2012, p. 87, tradução nossa) complementam essa reflexão, considerando que algumas atitudes devem partir do professor, ou seja, ele deve perceber-se como alguém que está em permanente aprendizado, “capaz de refletir acerca de seu trabalho científico, de transformar-se para seu aperfeiçoamento e de construir um conjunto de conhecimentos e crenças que conduzirão sua prática em sala de aula” (GONZÁLEZ-WEIL et al., 2012, p. 87, tradução nossa)²³.

²³ “[...] donde éste se concibe no sólo como un “enseñante”, sino también como un aprendiz permanente, capaz de reflexionar acerca de su quehacer y transformarlo para su mejora, generando a su vez un conjunto de conocimientos y creencias que guían su quehacer en el aula” (GONZÁLEZ-WEIL et al., 2012, p. 87).

No interesse em desenvolver uma educação científica crítica, compreendemos a imprescindibilidade de ressignificar os olhares para os métodos e estratégias didáticas adotadas, na finalidade de abordar os conteúdos de ciências na perspectiva interdisciplinar, contextualizada e crítica. E isso se dará através da formação continuada, uma vez que não foi completamente discutido e trabalhado na graduação.

Sobre a graduação, alguns autores apontam a necessidade em suprir os problemas e as lacunas da formação inicial para melhor subsidiar o saber fazer ciências (ATAIDE; SILVA, 2011; PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017; GIL-PEREZ et al., 2003; MULINE; SOUSA, 2020; FABRÍCIO; FREITAS, 2020).

Uma dessas dificuldades está na integração entre teoria e prática, mencionada por Pasquarelli e Oliveira (2017). Por vezes, na graduação, os licenciandos entendem que a teoria antecede a prática, isto é, aquilo que estudaram pode ser desenvolvido nas situações de ensino, o que poderia se aproximar de concepções tecnicistas. Ou, talvez, possam entender que os conhecimentos acadêmicos são inúteis na prática, restando a alternativa de aprender no dia a dia, em sala de aula, o que caracterizaria uma concepção empiricista. Sobre isso, os autores identificam que:

[...] há falta de iniciativas didático-pedagógicas cujo objetivo seja a materialização dessas questões em sala de aula. É preciso mais do que uma leitura parcimoniosa e uma defesa teórica dessas questões, mas uma inserção efetiva das dimensões humana e social nas especificações da Didática e, em decorrência disso, nas salas de aula, como recurso fundamental dos cursos de formação de professores e/ou pesquisadores. O que estamos a defender é uma articulação entre a teoria e a prática que possa, de fato, levar a uma mudança notável na epistemologia da formação do professor (PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017, p. 189).

Essa dificuldade reflete na prática docente, uma vez que por não fazer sentido ao professor, ele passa a reproduzir aquilo que foi ensinado. Alguns autores consideram que é necessário concentrar esforços para "romper com o caráter de reprodução em que os processos educativos, especialmente no ensino de Ciências, consolidaram" (FABRÍCIO; FREITAS, 2020, p. 48), no qual, as práticas são frequentemente reproduzidas sem que sejam devidamente refletidas ou adaptadas ao contexto específico daquela turma.

A presença do modelo de transmissão e recepção é apontada no estudo de Souza e Brito (2015, p. 91) e eles apontam que os licenciandos apresentam "uma ideia ingênua de neutralidade da ciência e da atividade científica", o que dá suporte, conseqüentemente,

às “crenças distorcidas em relação ao conhecimento científico”.

Nesses termos, pensamos que a formação inicial de professores é um momento de desvelamento e análise de ideias sobre a natureza das ciências, as relações destas com as tecnologias e com a sociedade. Mas, é preciso que esse debate seja orientado, visto que, se durante o período de graduação, os licenciandos não são levados a “suspeitar” e relativizar suas concepções sobre CTS, maiores são as chances de sustentarem em sala de aula modelos epistemológicos ingênuos e distorcidos. É fundamental que o tema não saia da pauta da formação inicial em perspectivas educacionais problematizadoras (SOUZA; BRITO, 2015, p. 92).

No entanto, Souza e Brito (2015, p. 93) explicam que os professores que foram formados a partir de uma perspectiva mais tradicional teriam mais dificuldades em sair da “zona pedagógica de conforto”, influenciando “decisivamente na forma como estruturam suas aulas; por isso, eles acabam sustentando modelos mais “seguros”, evitando inovações”. Nesse caso, os autores destacam para a “necessidade de uma formação específica, bem como investimentos na continuidade dos estudos dos docentes em sentido mais amplo, para além da reorganização dos currículos das licenciaturas”.

Quanto aos currículos das licenciaturas, entendemos a necessidade de reconfigurar os cursos de formação de professores, já que estes profissionais podem perpetuar a concepção adquirida no curso de formação inicial em suas atuações profissionais. Assim, torna-se desejável na formação inicial, uma sincronia pedagógica entre as três dimensões dos processos de ensino e aprendizagem: a técnica, a humana e a sócio-política, pela qual, “as práticas possam ser repensadas e/ou reinventadas, incorporando, de maneira reflexiva, a questão da formação para cidadania” (PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017 p. 188).

Complementando essa compreensão, Fabrício e Freitas (2020, p. 48) propõem uma maneira de superar as barreiras da formação inicial ao sugerir que seja permitido transpor “as percepções conservadoras de ensinar-aprender Ciências, buscando a concretização efetiva do letramento científico”. Esses autores consideram que adotar abordagens mais progressistas teria o intuito de promover “saltos” consideráveis, incluindo a “concretização das abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade - CTS de ensino”, com discussões mais abrangentes sobre a educação científica e, portanto, “entre reprodução e transformação, não apenas de processos educativos, mas, sobretudo, de seus resultados e dos impactos sobre educadores e educandos atuais e futuros”.

Já com relação aos investimentos nas formações continuadas, temos percebido algumas mobilizações serem realizadas por pesquisadores para problematizar a educação científica e facilitar o seu desenvolvimento nas aulas de ciências (GIL-PEREZ et al., 2003).

Um exemplo disso foi a intervenção realizada por um grupo de pesquisadores com professores em formação inicial e, também, em exercício. Eles desenvolveram uma atividade no modelo *workshop*, no qual consideram ter gerados avanços significativos nas percepções dos participantes a respeito das situações de mundo.

Embora o grupo de pesquisadores considere que ações pontuais não sejam suficientes para gerar mudanças em profundidade, as quais afetem os comportamentos de maneira durável, os pesquisadores concordam que favorecer abordagens como essas instigam “a tomada de consciência de que a educação científica tem de contribuir para pensar o futuro [...] enquanto requisito básico para qualquer intervenção educativa” (GIL-PEREZ et al., 2003, p.143).

Diante do exposto, sabemos das dificuldades e lacunas da formação inicial enfrentadas pelos licenciandos, mas temos visto ao longo dos anos, propostas de reflexão sobre o ensino de ciências, incluindo discussões sobre métodos e estratégias, o que se torna bastante efetivo para o desenvolvimento de uma educação científica.

Embora os professores reflitam essa educação a partir dos saberes experienciais, compreendemos que suas escolhas na seleção dos métodos e estratégias evidenciam uma progressiva mudança de perspectiva de ensino para o campo das ciências, no qual se pressupõe uma formação mais holística e complexa ao estudante.

Consideramos que isso tem sido resultado de numerosas formações continuadas propostas por pesquisadores da área do ensino de ciências, o qual entendem sobre a necessidade de se discutir e refletir a educação científica atualmente para o desenvolvimento de sujeitos críticos e criativos, fundamentais para o exercício da cidadania num mundo complexo e incerto.

Nessa breve revisão da literatura, buscamos destacar as estratégias de ensino que mais se aproximam de uma educação científica crítica. Os resultados apontaram algumas estratégias: relatório científico; experimentos; discussão sobre a história e a filosofia da ciência; desenvolvimento da interdisciplinaridade e da contextualização; trabalhos baseados em projetos.

Apontamos ainda para os desafios colocados na integração teoria-prática na

formação de professores, com o objetivo de estabelecer uma sincronia pedagógica entre os seus diversos saberes. Consideramos que a formação continuada é crucial na superação de limites da formação inicial dos professores e enfatizamos a necessidade de reflexão constante e mudanças nas práticas docentes para alcançar uma educação científica mais eficaz e crítica.

CAPÍTULO III: PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Consideramos apresentar a metodologia partindo da discussão sobre o método de coleta – *Delphi* e suas vantagens. Para melhor entendimento do caminho da pesquisa, organizamos a explicação em seis etapas (**etapa 1:** escolha do tema e definição do problema; **etapa 2:** convite aos professores de ciências; **etapa 3:** execução da primeira rodada do método Delphi; **etapa 4:** análise das respostas e construção de unidades de significado por meio da análise textual discursiva; **etapa 5:** execução da segunda rodada do método Delphi (feedback); **etapa 6:** análise das respostas e identificação dos níveis de consenso dos professores) de forma a descrever todos os passos desenvolvidos na pesquisa.

Salientamos, nesse momento, que para cumprirmos com uma das exigências dos estudos acadêmicos foi necessário submeter a pesquisa ao comitê de ética. Dessa forma, para realizar este estudo e atender aos trâmites legais, encaminhamos a documentação ao órgão responsável e obtivemos o resultado favorável em 20 de agosto de 2020 (ANEXO 1). Nesse sentido, ao recebermos o parecer, efetivamos o uso dos resultados na pesquisa.

3.1 O método *Delphi* e suas vantagens

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa e com uma importante relevância nos estudos sociais²⁴, essa perspectiva permite desvelar questões novas referentes a algum tema ou problema de estudo (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Nessa abordagem, Godoy (1995, p. 21) explica que “um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada”. Além disso, Flick (2009) complementa que esse tipo de estudo considera a diversidade de ambientes, subculturas, estilos e forma de vida, exigindo do pesquisador, olhares sensíveis quanto ao tratamento dos dados.

Ainda de acordo com Flick (2009), dentre os aspectos considerados essenciais na pesquisa qualitativa se destacam: apropriação de métodos e teorias coerentes com o objeto

²⁴ “A expressão "ciências sociais" costuma ser usada para indicar as diferentes áreas do conhecimento que se preocupam com os fenômenos sociais, econômicos, políticos, psicológicos, culturais, educacionais, ou seja, aqueles que englobam relações de caráter humano e social” (GODOY, 1995, p. 58).

de estudo; inclusão da perspectiva dos participantes e de sua diversidade e a possibilidade de reflexividade do pesquisador e de sua pesquisa.

Dentre as características desse tipo de abordagem, Mora (2021, p. 55, tradução nossa) considera que “a pesquisa qualitativa não responde a nenhuma pergunta ou a nenhum tipo de estudo. Deve ser realizada com a metodologia adequada que vai desde a seleção dos sujeitos até a interpretação dos dados”²⁵.

Portanto, a metodologia escolhida por nós para realizarmos a coleta de dados foi a do método *Delphi*. Esse tipo de metodologia inclui “as chamadas técnicas de consenso com as quais se busca analisar uma realidade chegando a um grau de concordância sobre questões de interesse, sobre as quais não há informações conclusivas” (MORA, 2021, p. 55, tradução nossa)²⁶.

Segundo Reguant-Álvarez e Torrado-Fonseca (2016, p. 88, tradução nossa) é possível encontrar “estudos que utilizam o método *Delphi* em todas as áreas do conhecimento: medicina, tecnologia, ciências sociais, educação, política etc.” Essa difusão do método *Delphi* consiste em:

[...] em uma técnica de obtenção de informações, baseada na consulta a especialistas de uma área, a fim de obter a opinião consensual mais confiável do grupo consultado. Esses especialistas são submetidos individualmente a uma série de questionários aprofundados que são intercalados com feedback sobre o que o grupo expressou (REGUANT-ÁLVAREZ; TORRADO-FONSECA, 2016, p. 89, tradução nossa)²⁷.

Consideramos que essa técnica é um instrumento muito versátil, já que a informação provém tanto da experiência quanto dos conhecimentos dos participantes de um grupo. Assim, a utilidade desta técnica se dá frente às situações de incerteza ou quando se carece de informações objetivas a respeito do tema (REGUANT-ÁLVAREZ;

²⁵ “[...] la investigación cualitativa, no responde a cualquier pregunta o a cualquier tipo de estudio. Se debe llevar a cabo utilizando la metodología adecuada que va desde la selección de los sujetos hasta la interpretación de los datos” (MORA, 2021, p. 55).

²⁶ “[...] las denominadas técnicas de consenso con las que se busca analizar una realidad alcanzando un grado de acuerdo en temas de interés, sobre los que no se dispone de información concluyente” (MORA, 2021, p. 55).

²⁷ “[...] en una técnica de obtención de información, basada en la consulta a expertos de un área, con el fin de obtener la opinión de consenso más fiable del grupo consultado. Estos expertos son sometidos individualmente a una serie de cuestionarios en profundidad que se intercalan con retroalimentación de lo expresado por el grupo” (REGUANT-ÁLVAREZ; TORRADO-FONSECA, 2016, p. 89).

TORRADO-FONSECA, 2016, p. 89, tradução nossa).

Nessa técnica, como as opiniões são coletadas de forma individual, não há necessidades de os sujeitos estarem presentes em um ambiente físico e até mesmo podem estar separados geograficamente. Dessa forma, se torna possível estabelecer uma comunicação entre os participantes, já que as respostas são analisadas pelo pesquisador e devolvidas ao grupo para que ele possa opinar sobre o tema em discussão (REGUANT-ÁLVAREZ; TORRADO-FONSECA, 2016; MARQUES; FREITAS, 2018; MORA, 2021).

Dentre as vantagens do método *Delphi* (OSBORNE et al., 2003; COHEN; MANION; MORRISON, 2010; REGUANT-ÁLVAREZ; TORRADO-FONSECA, 2016; FREITAS, 2016; MARQUES; FREITAS, 2018; MORA, 2021), podemos destacar algumas delas, tais como:

- i) A compreensão e interpretação de situações dentro de seu contexto natural, dado o protagonismo das experiências e opiniões dos participantes (MORA, 2021, p. 55);
- ii) O anonimato, o qual permite ultrapassar barreiras, favorecendo com que todos os participantes possam contribuir e exprimir suas opiniões de forma livre (MARQUES; FREITAS, 2018; MORA, 2021);
- ii) A interação de um grupo de pessoas que teria dificuldade de se encontrar presencialmente (COHEN; MANION; MORRISON, 2010), já que o método *Delphi* é constituído por um conjunto de questionários sucessivos, os quais são enviados por *e-mail* aos participantes da pesquisa;
- iii) A experiência, o conhecimento e o posicionamento dos participantes em relação à opinião do grupo (OSBORNE et al., 2003; REGUANT-ÁLVAREZ; TORRADO-FONSECA, 2016; MARQUES; FREITAS, 2018);
- iv) A construção de “um espaço de reflexividade, onde pode criar-se novas ideias e reformular-se opiniões a partir dos *feedbacks*” dos participantes ou “da apresentação das novas questões colocadas por outros membros do grupo” (FREITAS, 2016, p. 12);
- v) O desenvolvimento de um espaço coletivo em que diversas vozes criam um diálogo construtivo acerca do assunto responsável por gerar tais apontamentos (FREITAS, 2016);
- vi) A identificação de áreas de consenso e de desacordo entre os participantes sobre o tema complexo em discussão (COHEN, MANION e MORRISON, 2010), de forma que ao avaliar o nível de consenso atingido nas respostas é possível avaliar a necessidade de

mais rodadas de questionários enviados aos participantes.

Portanto, o método se apresenta como um caminho frutífero na coleta de dados e conhecimento acerca de um assunto. A possibilidade de promover um diálogo entre os participantes, mesmo que à distância e de identificar um consenso favorece o avanço acerca do que pretendemos discutir e refletir.

3.2 O caminho da pesquisa

O método *Delphi* possui uma metodologia de aplicação com etapas a serem seguidas (REGUANT-ÁLVAREZ; TORRADO-FONSECA, 2016; MARQUES; FREITAS, 2018; MORA, 2021) e, na figura 2, há uma representação resumida do que foi desenvolvido neste trabalho, desde a escolha do tema (para mais detalhes, ver a Apresentação) até os resultados obtidos, os quais serão analisados no Capítulo 4 (Resultados e Discussão).

Figura 2: Representação resumida das etapas desenvolvidas no trabalho.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Como podemos ver na figura 2, na **primeira etapa** selecionamos o tema e delimitamos o problema a ser tratado. O tema escolhido “Educação Científica Crítica - ECC” foi decorrente de vivências formativas na academia – mestrado e projeto de pesquisa - e balizamos no seguinte questionamento: quais são as visões dos professores de ciências sobre a educação científica crítica? Consideramos que esse questionamento pode traçar nosso objetivo geral, no qual consistiu em: analisar o que pensam os professores de ciências sobre a educação científica, numa perspectiva crítica, no contexto escolar.

Diante do exposto, pudemos delinear os objetivos específicos e que se apresentam tais como mencionados a seguir: compreender qual o princípio, as finalidades e a importância são consideradas fundamentais pelos professores de ciências no desenvolvimento da ECC; identificar quais os métodos e as estratégias didáticas são utilizados pelos professores de ciências para desenvolver a ECC; caracterizar os problemas/desafios que influenciam a prática dos professores de ciências no desenvolvimento da ECC; caracterizar os avanços que os professores de ciências identificam na prática ao desenvolver a ECC; identificar quais os aspectos de valorização social da ECC são atribuídos pelos professores de ciências ao se referir os familiares e governantes.

Já na **segunda etapa**, fizemos o convite à pesquisa para professores de ciências do ensino fundamental e médio de escolas públicas e privadas da cidade de São Carlos – SP. Esse convite foi encaminhado por *e-mail*, com a carta de apresentação da pesquisa anexada (ver APÊNDICE 1). De acordo com Mora (2021, p. 57), “para a correta aplicação desta técnica [Método Delphi], primeiro selecionamos um número de especialistas superior a 20”. Desse modo, para alcançar esse número, realizamos o convite de duas formas. Na primeira, os contatos iniciais foram feitos com professores e professoras que, direta ou indiretamente, já haviam participado de atividades em que a pesquisadora ou a orientadora estiveram envolvidas. E, posteriormente, na tentativa de convidar mais pessoas, solicitamos que os docentes, já participantes, indicassem outros professores e professoras de ciências que conheçam. Todo esse processo permitiu que enviássemos o convite por *e-mail* a 30 professores.

Na **terceira etapa**, se procedeu a preparação para o envio do primeiro questionário. Mora (2021) compreende que ao longo do tempo, as formas de contato e envio dos questionários aos participantes foram mudando. Inicialmente, o questionário

era editado no papel para depois ser distribuído por *e-mail*. Tempos depois, com a introdução de novas tecnologias, o questionário foi lançado no *e-mail* como um documento anexado. Com o advento das plataformas virtuais e pesquisas *online*, conseguimos que o método *Delphi* ficasse mais dinâmico (MORA, 2021).

Antes de procedermos com o desenvolvimento da pesquisa, após elaboração das questões, enviamos o questionário para três participantes voluntários, com a finalidade de realizarmos ajustes necessários. Obtidas as respostas, verificamos que não houve a necessidade de alteração, podendo, então, prosseguir com os estudos.

Em nossa pesquisa, decidimos elaborar os questionários em um formulário eletrônico *online*, sendo o primeiro *link* enviado aos participantes já no momento do convite à pesquisa. Caso consentissem em participar, eles dariam o aceite ao Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (ver APÊNDICE 2) e com o *link* a prontidão, poderiam responder ao questionário.

Embora o método possa oferecer a conveniência de realizar a coleta de dados de forma individual e remota, em nosso estudo, apenas 12 professores participaram da primeira rodada do método Delphi, mesmo após o envio de 30 convites por e-mail. Existem duas justificativas para essa redução no número de participantes na pesquisa.

A primeira justificativa é que o próprio método reconhece essa realidade e destaca a necessidade de enviar o questionário inicial para o maior número possível de participantes. A segunda justificativa está relacionada ao contexto da pandemia de Covid-19, que ocorreu durante a coleta de dados em 2020. Durante esse período, alguns participantes foram afetados pelas mudanças e reorganização de suas rotinas, enquanto outros, infelizmente, contraíram a doença.

O questionário foi dividido em 12 questões dissertativas (ver APÊNDICE 3). As quatro primeiras perguntas (Figura 3) tiveram a finalidade de levantar e caracterizar o perfil dos professores participantes (ver APÊNDICE 4).

Figura 3: Primeiro questionário *Delphi* - coleta do perfil dos participantes.

O diagrama apresenta um formulário dividido em quatro seções, cada uma com um cabeçalho azul e um corpo branco. As seções são:

Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4
Nome da escola de atuação	Tipo de escola (pública ou privada)	Tempo de atuação docente	Trajatória profissional

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Com relação às oito perguntas restantes (Figura 4), objetivamos conhecer o universo de experiência e conhecimento dos professores sobre a educação científica crítica. Consideramos que para a elaboração dessas perguntas, contamos com o apoio tanto da literatura como dos resultados obtidos no projeto de pesquisa coordenado por Freitas (2018). Ressaltamos que na elaboração dessas questões, nos aproximamos de um estudo exploratório, do qual, segundo Piovesan e Temporini (1995), parte de uma “situação de pouco ou nenhum conhecimento do universo de respostas”, tendo a finalidade de atingir um “conhecimento qualitativo autêntico desse mesmo universo” (p. 322). Assim, as questões apresentadas a seguir (Figura 4) foram propostas aos professores para que eles respondessem com base em seus conhecimentos sobre educação científica crítica.

Figura 4: Primeiro questionário *Delphi* – coleta da visão dos professores

5. Qual a sua concepção sobre educação científica crítica?	6. No seu ensino, você considera que desenvolve uma educação científica numa perspectiva crítica? Por quê?	7. Descreva uma (ou mais) prática(s) conhecida(s) por você e que considera ser boa(s) prática(s).	8. Elenque aspectos mais relevantes do que para você seria uma boa prática de educação científica numa perspectiva crítica. Explique sua resposta.
9. Se você tivesse que construir um programa de educação científica numa perspectiva crítica, quais temas/assuntos/métodos/recursos você iria incluir? E para qual público?	10. Existem situações na vida cotidiana em que você acha que uma educação científica numa perspectiva crítica é particularmente importante?	11. Nesse momento atual, você considera que a escola permite uma educação científica crítica? Por quê?	12. Você acha que os pais e os governantes querem uma educação científica crítica? Por quê?

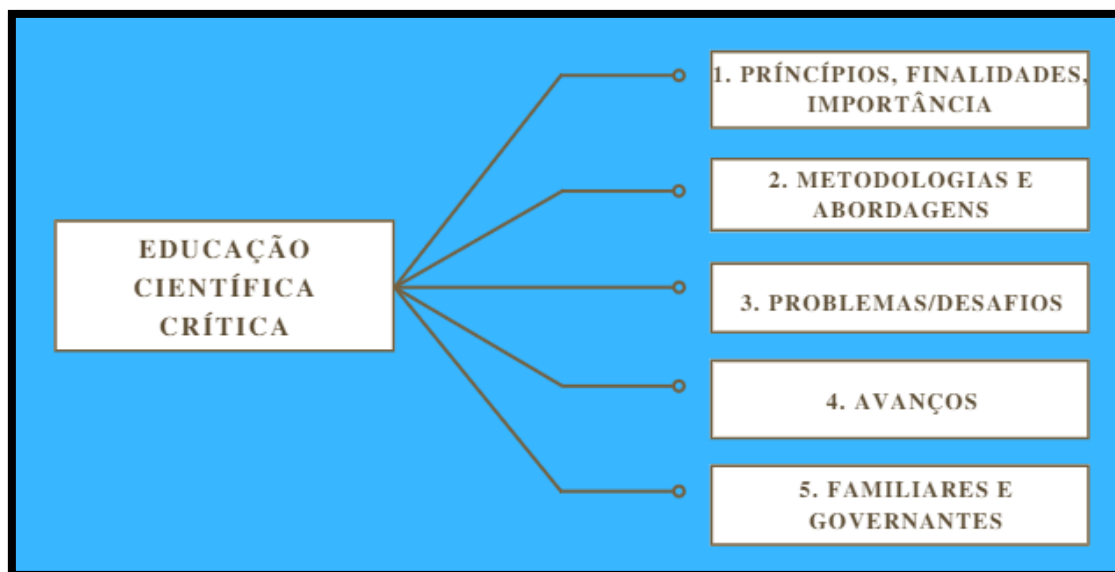
Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Partindo da análise e interpretação das respostas obtidas na primeira rodada do método *Delphi*, procedemos a **quarta etapa**. Para isso, todas as respostas passaram por uma análise e organização em eixos, ancorando-nos na Análise Textual Discursiva (ATD).

De acordo com Moraes (1999, p. 2), a ATD permite descrever e interpretar o conteúdo de documentos e textos bem como “reinterpretar as mensagens” até “atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum”. Ela é dividida em cinco etapas: 1) *Preparação das informações*; 2) *Unitarização*; 3) *Categorização*; 4) *Descrição* e 5) *Interpretação* (MORAES, 1999, 2003), possibilitando a organização e a análise do conjunto de dados obtidos em uma pesquisa qualitativa.

Ao receber as respostas de uma pesquisa, elas chegam em um estado bruto e, por isso, devem passar por análise e delineamento do *corpus* do trabalho a ser analisado, conforme os objetivos propostos no estudo. Então, lemos as respostas dadas pelos professores e selecionamos partes que eram mais relevantes para gerar os eixos e as unidades de significado simultaneamente. A construção dos eixos foi baseada nas questões feitas aos professores e, também, na literatura da área do ensino de Ciências, na perspectiva CTS. Apresentamos os cinco eixos de análise construídos: 1. Princípios, finalidades e importância; 2. Metodologias e abordagens; 3. Problemas/Desafios; 4. Avanços; 5. Familiares e governantes (Figura 5).

Figura 5: Eixos de análise.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Quanto as unidades de significado, definimos por chamá-las de afirmativas, pois foi dessa forma que apresentamos os resultados da primeira rodada do método *Delphi* aos professores. Para ilustrarmos essa construção, o quadro 2 exemplifica a organização desses resultados para gerar o segundo questionário. Nele, se observa as seguintes divisões: i) **Pergunta** feita ao participante no primeiro questionário (destacado em azul); ii) Coluna à esquerda do quadro: **Respostas** dos professores, os quais são identificados por códigos P1, P2 etc.; iii) Coluna central: **Eixos** e iv) Coluna à direita do quadro: Unidades de significados (**Afirmativas**) identificadas por número conforme o eixo e o participante.

Quadro 2: Exemplo de organização das respostas dos professores no segundo questionário.

1. Qual a sua concepção sobre educação científica numa perspectiva crítica?		
RESPOSTAS	EIXOS	UNIDADES DE SIGNIFICADOS
P1: Penso que a perspectiva crítica associada à educação científica leva em conta o contexto social em que são feitas as descobertas e/ou a aplicação destas descobertas e determinados conceitos, procurando ampliar a visão dos estudantes para além ciência, implicando também na reflexão sobre ética, moral, favorecendo uma atuação mais reflexiva, mais ativa na sociedade em que vivem.	Amarelo: PRESSUPOSTOS DE ECC Amarelo escuro: FINALIDADE	PRESSUPOSTOS DE ECC: 1. Levantar em conta o contexto social em que são feitas as descobertas e/ou a aplicação destas descobertas e determinados conceitos (P1). ECC TEM A FINALIDADE DE: 2. Ampliar a visão dos estudantes para além da ciência (P1). 2. Refletir sobre ética e moral (P1). 2. Favorecer uma atuação mais reflexiva e mais ativa na sociedade em que vivem (P1).

Fonte: Elabora pela autora (2023).

Ainda sobre o quadro 2, como podemos observar na resposta de P1, há o destaque de cores para identificar e correlacionar o texto original ao eixo e, também, às unidades de significado. Além disso, a diferença nas cores evidencia que a fala da professora (P1) tem referência a dois aspectos de um mesmo eixo (princípios, finalidades e importância da Educação Científica Crítica – ECC) e, portanto, foi fragmentada em duas partes.

Quanto a primeira parte da fala (cor amarela), entendemos que há uma referência aos princípios da ECC. Nesse caso, para a construção da unidade de significado (afirmativa), concebemos que a fala da professora é clara e objetiva, não havendo necessidade de recortes. Quanto a segunda parte de sua fala (cor laranja), identificamos referências as finalidades da ECC e, desse modo, o excerto foi fragmentado para que a unidade de significado apresentasse ideias mais objetivas e claras.

Podemos analisar e explicar outro exemplo relacionado a mesma pergunta (Qual a sua concepção de educação científica crítica?). Ao olhar para a resposta da professora (P2) no Quadro 3 abaixo, tivemos a necessidade de remover partes anteriores e posteriores a sua fala para tornar o sentido da afirmativa mais objetiva, tomando o cuidado para não perder o contexto da fala original. Nesse exemplo, o grifo laranja claro (Quadro 3) destaca parte de sua fala e entendemos pertencer ao âmbito da metodologia (formas de abordagem – métodos), referente ao segundo eixo (Metodologias e abordagens). Ainda podemos observar que nessa fala conseguimos gerar uma segunda unidade de significado (grifo amarelo) e relacionamos ao eixo dos pressupostos da educação científica crítica.

Quadro 3: Exemplo de organização das respostas dos professores no segundo questionário.

<p>P2: Bem complexa essa pergunta para um questionário. Tento trabalhar com a perspectiva dos conteúdos à luz do método científico e sempre repetindo que o grande "barato" da ciência é que ela não é uma verdade absoluta, que está sujeita a novas descobertas e novas teorias, mas como é baseada em evidências, até que alguma teoria nova apareça, é nos conhecimentos científicos que baseamos a nossa vida, em quase todos os aspectos.</p>	<p>Amarelo claro: FORMAS DE ABORDAGEM</p>	<p>FORMAS DE ABORDAGEM: 3. Trabalhar com a perspectiva dos conteúdos à luz do método científico (P2).</p> <p>PRESSUPOSTOS DE ECC 1. Ter uma visão de ciência como verdade não absoluta, sujeita a modificações a partir de novas evidências. (P2)</p>
---	---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Destacamos que esse trabalho minucioso, de análise, interpretação e construção das unidades de significado (afirmativas) ocorreu para todas as questões feitas e apresentadas aos 12 participantes deste estudo. Assim, os resultados desse trabalho (ver APÊNDICE 5) foram apresentados em um novo questionário em formulário eletrônico (ver APÊNDICE 6), compondo, então, a segunda rodada do método *Delphi*. Da mesma forma que o primeiro questionário, um *link* foi enviado por *e-mail* aos professores, de modo que eles pudessem tomar conhecimento dos resultados e, a partir deles, dar uma sua visão sobre o assunto.

Depois de obtermos todas as unidades de significados (afirmativas), realizamos algumas leituras do material, com o intuito de encontrar as “tendências e opiniões dissonantes” nas afirmativas (MARQUES; FREITAS, 2018), revisamos e compomos os cinco eixos construídos: 1. Princípios da Educação científica crítica; 2. Metodologias e Abordagens; 3. Problemas/Desafios; 4. Avanços; 5. Familiares e governantes. Portanto, os eixos de análise e suas respectivas afirmativas constituíram nosso segundo questionário *Delphi* (ver APÊNDICE 5). Um exemplo da construção de um dos eixos para o segundo questionário será exemplificado a seguir (quadro 4):

Quadro 4: Segundo questionário - eixo princípios da educação científica crítica.

1. Princípios da Educação Científica Crítica					
<i>1.1. Vários professores indicaram princípios relacionados a uma educação científica crítica. Nesse painel, os professores afirmaram que a educação científica, numa perspectiva crítica, deve:</i>					
	D	C	ND/NC	DP	CP
1.1.1. Considerar o contexto social em que são feitas as descobertas científicas. (P1)					
1.1.2. Ter uma visão de ciência sujeita a modificações a partir do surgimento de novas evidências. (P2)					
1.1.3. Ser crítica e emancipadora, de modo que os alunos, com base em suas vivências, sejam capazes de pensar por si próprios. (P2, P6, P9)					
1.1.4. Refletir sobre ética e moral da ciência. (P1)					
1.1.5. Compreender que a ciência está a serviço da coletividade, do bem-estar comum, da preservação dos demais seres vivos e do ambiente. (P1)					
1.1.6. Conduzir o aluno a um pensamento crítico e questionador, encorajando-o na busca por respostas fundamentadas. (P12)					
1.1.7. Buscar a emancipação dos estudantes por meio do contato com o conhecimento científico, desenvolvendo a autonomia, a crítica, o raciocínio e a reflexão sobre a importância e o impacto da ciência na sociedade, na política, na economia, na cultura, no meio ambiente e na saúde. (P7, P8)					
<i>Este espaço é reservado para que você justifique as respostas assinaladas com "ND/NC", "DP" ou "CP" acima. Faça comentários sobre a(s) questão(ões), lembrando de referenciar com o(s) respectivo(s) número(s). Você também pode utilizar esse espaço para quaisquer outros comentários que queira fazer.</i>					

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Um quadro semelhante ao anterior (quadro 4) foi apresentado aos professores no segundo questionário. Nele, apresentamos um exemplo do primeiro eixo - Princípios da Educação Científica Crítica (parte superior do quadro, destacado em vermelho). Em seguida, fazemos uma breve descrição dos resultados encontrados (em negrito) e, logo abaixo, do lado esquerdo do quadro, apresentamos as afirmativas aos professores.

No lado direito do quadro, estão disponíveis algumas opções de respostas: D = discordo; C = concordo; ND/NC = nem discordo, nem concordo; DP = discordo parcialmente; CP = concordo parcialmente. Essas opções seguem o modelo de escala *likert*. Para ser considerada uma escala *likert*, é necessário apresentar os dados na forma de perguntas, com uma graduação para cada uma delas como possíveis respostas, incluindo uma opção neutra no meio (AGUIAR; CORREIA; CAMPOS, 2011).

Ao apresentar as afirmações aos professores, reconhecemos que eles têm a possibilidade de "refinar, alterar ou defender suas respostas" (MARQUES; FREITAS, 2018, p. 391). Além disso, é importante notar que abaixo de cada eixo, os professores têm um espaço designado para justificar suas escolhas, caso optem por assinalar as opções ND/NC, DP ou CP. Essa abordagem é relevante, uma vez que permite aos professores fazerem comentários sobre suas respostas diante de cada afirmação.

Por fim, as afirmativas estão identificadas por números (1.1.1; 1.1.2; 1.1.3 etc.). Ressaltamos que algumas afirmativas semelhantes foram agrupadas em uma só, enquanto

aquelas dissonantes, foram mantidas separadamente. Isso pode ser visualizado pelos códigos P1; P2; P2/P6/P9... à frente de cada uma das unidades de significado 1.1.1; 1.1.2; 1.1.3, respectivamente, como no Quadro 4. Por exemplo, a afirmativa 1.1.1 apresenta uma afirmativa pertencente a professora P1. Já a afirmativa 1.1.3 é resultado de visões semelhantes dos professores P2, P6 e P9.

Nesse modelo de construção dos eixos, apenas um deles, optamos por apresentar uma das perguntas do questionário numa escala de 0 a 4. Essa questão se referia às estratégias didáticas, sendo apresentado aos professores, uma legenda para que eles pudessem compreender as orientações da pesquisadora. Portanto, o zero se referia a uma estratégia didática nada relevante; um – pouco relevante; dois – relevante; três – muito relevante e quatro – extremamente relevante. Isso pode ser conferido no quadro 5.

Quadro 5: Segundo questionário - eixo metodologias e abordagens.

ATENÇÃO: apenas para questão abaixo (2.2), assinale:
0 - se considerar que a estratégia didática não é nada relevante para o desenvolvimento de uma educação científica crítica;
1- se considerar que a estratégia didática é pouco relevante para o desenvolvimento de uma educação científica crítica;
2- se considerar que a estratégia didática é relevante para o desenvolvimento de uma educação científica crítica;
3 - se considerar que a estratégia didática é muito relevante para o desenvolvimento de uma educação científica crítica;
4 - se considerar que a estratégia didática é extremamente relevante para o desenvolvimento de uma educação científica crítica.
2.2. Com relação as atividades, os professores mencionaram estratégias didáticas que poderiam promover uma educação científica crítica. São elas:
2.2.1. Trabalho com projetos (interdisciplinar ou individual).
2.2.2. Seminários.
2.2.3. Aulas práticas com relatórios científicos.
2.2.4. Listas de exercícios.
2.2.5. Experimentos.
2.2.6. Pesquisa (sites, livros, videos, artigos e outras mídias).
2.2.7. Produção de pequenos videos pelos alunos.
2.2.8. Júri simulado.
2.2.9. Ensino por investigação - problematização, planejamento e aplicação do conhecimento.
2.2.10. Roda de conversa para levantamento de questões para reflexão.
2.2.11. Construção coletiva de currículo e, posteriormente, de conceitos.
2.2.12. Estudo de caso e debates com possíveis situações.
2.2.13. Discussões abertas sobre temas que os próprios alunos demonstram curiosidade.
2.2.14. Leitura e interpretação de textos.
2.2.15. Jogos didáticos.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Na **quinta etapa**, perante o resultado do segundo questionário do método *Delphi*, recebemos a devolutiva de 11 respostas, as quais serão apresentadas e discutidas no próximo capítulo (Capítulo 4 – Resultados e Discussão).

No que se refere ao término da consulta e finalização das rodadas do método *Delphi*, alguns autores estabelecem os níveis pretendidos de estabilidade e consenso, isto é, quando há poucas divergências nas respostas obtidas entre as rodadas e, portanto, podemos cessar os envios de questionários aos participantes.

Embora não se tenha regras definidas quanto ao percentual do que deve ser o consenso, Marques e Freitas (2018) e Duarte e Piffer (2020) destacam níveis de consenso de 75 a 80%, mas, também, consideram, uma análise de estabilidade das respostas para finalizar o processo, já que os resultados apresentam pouca variação entre uma rodada e outra.

Para efeitos deste estudo, decidimos analisar afirmativas com consenso maiores que 75% de concordância. Tal índice justifica a possibilidade de cessar o envio de questionários aos participantes, já que houve um nível de consenso aceitável para cada resposta, dispensando, portanto, uma terceira rodada.

Por fim, na **sexta etapa**, ressaltamos que os resultados foram apresentados na forma de um metatexto. Nesse sentido, o texto foi elaborado por meio de paráfrases, incluindo as afirmativas da segunda rodada do método *Delphi* e trechos das falas de alguns professores da primeira rodada do método *Delphi*. Vale destacar que o metatexto pode conter afirmações que não atingiram o mínimo de 75% de concordância, com o intuito de aprimorar a interpretação com base nos resultados obtidos neste estudo.

CAPÍTULO IV: A PERSPECTIVA DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PELOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Nesse momento, apresentaremos os resultados obtidos neste estudo. Em nossa amostra, quatro questões puderam levantar o perfil dos 12 participantes (ver APÊNDICE 4). Diante delas, pudemos verificar que nove professores trabalham em escolas públicas e três em escolas privadas. A maioria das escolas consideradas públicas está localizada nas periferias da cidade. Quanto as escolas privadas, duas delas se localizam mais próximas ao centro.

Identificamos, também, o tempo de atuação no ensino de Ciências, o que variou entre 4 e 28 anos. Todos os professores relataram possuir formação inicial em Ciências Biológicas, habilitado para ministrar ciências no ensino fundamental (6º ao 9º ano) e biologia no ensino médio (1º ao 3º ano). Quanto a pós-graduação, apenas uma professora citou não possuir. Os demais realizaram ou no nível acadêmico (mestrado, doutorado – áreas diversas) e/ou, no nível de especialização (todos na área de Educação). Além disso, alguns deles optaram por cursar uma segunda graduação em Pedagogia, Letras ou Educação Física.

Já com relação às questões dissertativas (8 perguntas), a partir dos referenciais teóricos do ensino de Ciências, na perspectiva CTS, cinco eixos de análise foram construídos *a priori*: 1. Princípios, finalidades e importância; 2. Metodologias e abordagens; 3. Problemas/Desafios; 4. Avanços; 5. Familiares e governantes.

Cabe destacar que a análise, discussão e reflexão dos resultados se fundamentam tanto na primeira quanto na segunda rodada do método *Delphi*. Assim, iremos trazer as **afirmativas (destacadas em negrito)** do segundo questionário, as quais obtiveram consenso mínimo de 75%²⁸ e, também, alguns *excertos de falas dos professores (destacados em itálico)* contidos no primeiro questionário para favorecer uma melhor interpretação sobre a perspectiva da educação científica crítica.

4.1 Análise e interpretação do eixo 1: Princípios, finalidades e importância da educação científica crítica

Com relação a este primeiro eixo, temos a análise das afirmativas apresentadas

²⁸ O mínimo exigido para consenso nas afirmativas, segundo Marques e Freitas (2018) e Duarte e Piffer (2020) é de 75%. Isso significa que os professores concordam com a afirmativa apresentada, o que evidencia pouco distanciamento com aquilo que ele reflete.

aos professores de ciências referentes aos princípios, finalidades e importância da Educação Científica Crítica (ECC) no contexto escolar. Nos anos de escrita desta tese, principalmente, no contexto brasileiro, nós pesquisadores, vivenciamos enorme fragilização do papel da Ciência, evidenciado por um forte negacionismo científico. Suportando e lutando contra os ataques, em termos de Pesquisas em Educação em Ciências, Vilela e Selles (2020, p. 1728) ressaltam que se vem:

[...] produzindo críticas a uma concepção empirista e positivista da Ciência e por diferentes argumentos a assumem como uma produção humana e cultural, social e/ou economicamente interessada, que produz verdades questionáveis e provisórias que têm efeitos na sua relação com a sociedade. Essa concepção de Ciência é defendida como relevante por produzir sentidos que a afastam de dogmas ou verdades inquestionáveis e esse é um valor para a própria manutenção do desenvolvimento da Ciência e suas implicações na sociedade democrática (VILELA; SELLES, 2020, p. 1728).

No contexto escolar, isso não é diferente. Os professores caminham para discussões a respeito do papel da ciência na sociedade, fomentando reflexões e desenvolvendo uma postura crítica no aluno. Assim, veremos neste eixo que os professores mencionam suas visões sobre educação científica crítica e tem como pressupostos, os elementos da educação CTS e do pensamento crítico. Para melhorar a apresentação e interpretação dos dados, decidimos organizar as respostas dos professores em três aspectos: I) princípios; II) finalidades; e III) importância. Para início da discussão, falaremos em primeiro lugar, dos princípios da ECC.

I) Princípios da educação científica crítica

No primeiro aspecto desse eixo, os professores discutem os princípios da educação científica crítica, embasando suas perspectivas em proposições didáticas e orientações de como agir. Entre as sete afirmativas apresentadas aos participantes no segundo questionário (ver APÊNDICE 5), **cinco** delas obtiveram o consenso maior que 75% e, portanto, foram selecionadas e estão destacadas no Quadro 6.

Quadro 6: Princípios da educação científica crítica.

1.1.2. Ter uma visão de ciência sujeita a modificações a partir do surgimento de novas evidências. 100% de consenso
1.1.4. Refletir sobre ética e moral da ciência. 100% de consenso
1.1.5. Compreender que a ciência está a serviço da coletividade, do bem-estar comum, da preservação dos demais seres vivos e do ambiente. 91% de consenso
1.1.6. Conduzir o aluno a um pensamento crítico e questionador, encorajando-o na busca por respostas fundamentadas. 100% de consenso
1.1.7. Buscar a emancipação dos estudantes por meio do contato com o conhecimento científico, desenvolvendo a autonomia, a crítica, o raciocínio e a reflexão sobre a importância e o impacto da ciência na sociedade, na política, na economia, na cultura, no meio ambiente e na saúde. 91% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como podemos observar no quadro (quadro 6) acima, identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 91 e 100% (**destaque em vermelho**) do total de 11 respondentes.

Todos os professores são unânimes ao concordar com **a visão de ciência sujeita a modificações, a partir do surgimento de novas evidências** (1.1.2). Sobre essa afirmativa, uma professora (P2) considera que *“o grande "barato" da ciência é que ela não é uma verdade absoluta. Ela está sujeita a novas descobertas e novas teorias, mas como é baseada em evidências, até que alguma teoria nova apareça, é nos conhecimentos científicos que baseamos a nossa vida, em quase todos os aspectos”*.

A fala da professora (P2) contextualiza a afirmativa 1.1.2 e, desse modo, entendemos que os professores concordam que o desenvolvimento do conhecimento científico é algo inacabado, pois compreendem a construção da ciência através do tempo dado as continuidades e rupturas inerentes a esse processo. Ao contrário do que Cachapuz et al., (2005) consideravam sobre deformações expressas por professores de ciências, os participantes do nosso estudo parecem superar algumas visões apontadas por esses autores, como é o caso da concepção de ciência rígida, algorítmica e infalível, resultado da aplicação de um método científico exato e objetivo e, também, a superação de uma ciência acumulativa e de crescimento linear.

Compreendemos que quando os professores vão falar sobre os princípios de uma educação científica crítica, vemos que eles remetem à própria prática e fazem referências daquilo que é vivido em sua docência. Percebemos que eles trazem muitos elementos da ação docente como forma de manifestarem suas visões e, muito provavelmente, em decorrência disso, é que eles se sentem mobilizados a levar a discussão para a sala de

aula, com a finalidade de desenvolver a criticidade no aluno. Tal interpretação se evidencia, por exemplo, pela fala da professora (P5): *“É preciso permitir que haja discussão, que os modelos científicos sejam discutidos e compreendidos, para que a construção da criticidade aconteça. Não adianta apresentar os modelos científicos e não levar o aluno a refletir sobre os motivos que levaram tal modelo a ser refutado ou aceito. Instigar o pensamento, mudar a perspectiva do olhar do aluno, associar com situações do cotidiano, levando a reflexão, a análise e a confirmação ou refutação do dado científico, torna o ensino mais atrativo e mais próximo ao aluno (P5).”*

Assim, pela fala dessa professora (P5), entendemos que a visão de ciência expressa pelos professores se fundamenta em orientações de como agir. A partir do exemplo que a professora expõe dos diferentes modelos teóricos, ela enfatiza o caráter crítico das discussões e reflexões em sala de aula. Nesse sentido, entendemos que os professores parecem transpor os limites de uma simples recepção e transmissão do conhecimento, favorecendo uma contextualização ao abordar os conteúdos científicos de uma forma crítica.

Na afirmativa 1.1.4, quando os professores concordam ser necessário **refletir sobre a ética e moral da ciência** (1.1.4), eles parecem considerar os valores aos quais a produção do conhecimento científico deve se assentar. A fala da professora (P1) evidencia a preocupação em *“ampliar a visão dos estudantes para além da ciência, implicando, também, na reflexão sobre ética, moral e favorecendo uma atuação mais reflexiva, mais ativa na sociedade em que vivem”*. Para Silva e Videira (2020, p. 1051) “[...] a ciência não somente lida com fatos, mas pressupõem valores” que envolvem, muitas vezes, interesses econômicos, políticos e sociais.

Os professores desse estudo ainda compreendem **que a ciência deve estar à serviço da coletividade, do bem-estar comum, da preservação dos demais seres vivos e do ambiente** (1.1.5). Nessa afirmativa, os professores apresentam sobre a finalidade prática da ciência a respeito de sua importância para a sociedade. Eles concordam que a ciência deve se voltar à população, assegurando que condições de vida dignas e confortáveis estejam voltadas ao bem comum.

Considerando a influência da ciência na sociedade humana, um professor (P11) ressalta a importância dos conhecimentos científicos como ferramentas essenciais para a compreensão de determinados assuntos e a explicação de fenômenos do cotidiano. Esse professor (P11) entende, então, que *“o ensino (de ciências e biologia) poderia partir de*

análise ou pesquisa de informações e necessidades cotidianas e daí [partir] para o aprofundamento dos conteúdos mais acadêmicos”.

Nessa fala, o professor reconhece que utilizar os conhecimentos prévios dos alunos pode facilitar o trabalho com conceitos teóricos, revelando uma perspectiva de contextualização simplista, conforme mencionado por Chassot (2001). Essa abordagem parte dos conhecimentos familiares aos estudantes para, posteriormente, buscar explicações científicas. Um estudo adicional realizado por Broietti e Leite (2019) apresenta interpretações semelhantes, em que professores de ciências (física e química) relacionam o conhecimento científico às experiências ou à realidade dos alunos. Embora os alunos reconheçam a presença da ciência no cotidiano, o ensino de ciências enfatiza predominantemente a exemplificação de informações.

Na penúltima afirmativa, os professores concordam que é preciso **conduzir o aluno a um pensamento crítico e questionador, encorajando-o na busca por respostas fundamentadas** (1.1.6). Como exemplo, uma professora (P6) destaca que *“a educação científica permite que os alunos ampliem seus horizontes, busquem fontes confiáveis de pesquisa, façam suas proposições e realizem uma discussão mediada através do professor”.*

Contra um “modelo autoritário e unidirecional de transmissão de conhecimento” (CUNHA, 2017, p. 180), na mediação, os professores desse estudo entendem que podem mobilizar e orientar os alunos na busca pelo conhecimento. Entendemos, que nessa mediação, os professores parecem ancorar o desenvolvimento de suas ações didáticas no pensamento crítico. Assim, quando os professores apontam para a busca de respostas fundamentadas e percebem a necessidade de superação da superficialidade de discussões, eles estão indicando princípios de reflexão, argumentação e posicionamento, favorecendo o desenvolvimento de um pensamento mais crítico e questionador na resolução de situações e problemas cotidianos.

Complementando essa discussão, a última afirmativa do eixo dos princípios da educação científica crítica aponta que os professores concordam que se deve **buscar a emancipação dos estudantes por meio do contato com o conhecimento científico, desenvolvendo a autonomia, a crítica, o raciocínio e a reflexão sobre a importância e o impacto da ciência na sociedade, na política, na economia, na cultura, no meio ambiente e na saúde** (1.1.7).

Segundo uma professora (P1), *“a ciência, numa perspectiva crítica, deve*

favorecer ao aluno a capacidade de posicionar-se, interagir, modificar o local e as condições em que vive”, destacando a consonância com a literatura no que se refere ao desenvolvimento de “capacidades de pensamento cruciais que possibilitam o julgamento, a conceitualização e uma melhor compreensão do conhecimento e de sua utilidade social” (SOUZA; VIEIRA, 2018, p. 18).

Diante das visões apresentadas pelos professores, é possível identificar potenciais avanços na superação de concepções distorcidas sobre a ciência. Eles ressaltam a importância da reflexão e discussão de modelos teóricos, da influência da ciência na sociedade e do reconhecimento da ciência no cotidiano dos alunos. Essa abordagem está alinhada ao desenvolvimento do pensamento crítico, que envolve a capacidade de refletir, posicionar-se e tomar decisões.

II) Finalidades da educação científica crítica

A respeito das finalidades da educação científica crítica, os professores deste estudo destacam os objetivos que orientam seu ensino de ciências. Entre as cinco afirmativas apresentadas aos professores no segundo questionário (ver APÊNDICE 5), **todas** obtiveram o consenso maior que 75% e, portanto, foram destacadas no Quadro 7.

Quadro 7: Finalidades da educação científica crítica.

Finalidade da Educação Científica Crítica
1.2.1. Formar alunos protagonistas, que tenham atuação mais reflexiva e ativa, com senso de percepção crítica da sociedade para que consigam construir um mundo melhor. 100% de consenso
1.2.2. Evidenciar aos estudantes que os conhecimentos científicos podem se tornar argumentos para formar uma sociedade mais justa e menos manipulável. 100% de consenso
1.2.3. Empoderar o cidadão para a ciência, favorecendo a capacidade de analisar informações, se posicionar de forma crítica quanto as implicações no meio, tomar as melhores decisões e modificar o local e as condições em que vive. 100% de consenso
1.2.4. Favorecer no aluno a criatividade e a curiosidade. 91% de consenso
1.2.5. Auxiliar o educando com os conhecimentos científicos para que ele possa agir, de forma consciente, em suas práticas sociais. 91% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como podemos observar no quadro acima (quadro 7), identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 91% e 100% (**destaque em vermelho**) do total de 11 respondentes.

Segundo os professores desse estudo, uma das finalidades da educação científica é a de **formar alunos protagonistas, que tenham atuação mais reflexiva e ativa, com**

senso de percepção crítica da sociedade para que consigam construir um mundo melhor (1.2.1). Através dessa afirmação, podemos observar um alinhamento com as visões dos professores apresentadas no primeiro eixo: princípios da educação científica crítica. Isso ocorre porque há uma ênfase na promoção do pensamento crítico e na preocupação com a formação dos estudantes.

Esse entendimento se reforça quando uma professora (P6) diz: *“precisamos que nossos alunos sejam capazes de ler e analisar de forma crítica o posicionamento frente a estudos científicos”*. Continua seu raciocínio, reforçando que é preciso *“levar para dentro dos muros das escolas públicas o ensino de Ciências, enfatizando a importância da análise crítica de resultados de pesquisas e de modelos científicos e contribuindo para a formação de uma sociedade mais justa e menos manipulável”*.

A fala dessa professora está em sintonia com o entendimento sobre o desenvolvimento das percepções científicas e do compromisso social (STRIEDER; KAWAMURA, 2017). Para essa professora, é fundamental que os alunos adquiram uma visão crítica do mundo, permitindo-lhes posicionar-se e contribuir de forma significativa para a sociedade. Além disso, a professora destaca o valor de justiça na tomada de decisão e nas ações realizadas no mundo.

Complementamos esse raciocínio com outras duas finalidades da educação científica crítica. A primeira está em **evidenciar aos estudantes que os conhecimentos científicos podem se tornar argumentos para a busca de uma sociedade mais justa e menos manipulável (1.2.2)**. E a segunda finalidade está em **auxiliar o educando com os conhecimentos científicos, para que ele possa agir, de forma consciente, em suas práticas sociais (1.2.5)**. Nessas duas finalidades, podemos perceber uma ênfase na utilização dos conhecimentos científicos para capacitar os alunos a desenvolverem argumentos e tomarem posicionamentos em seu contexto de vida. Como exemplo, um professor (P10) aponta que *“os embasamentos teóricos farão com que os alunos tenham uma visão diferente de seu cotidiano e não apenas suas vivências”*.

Dessa forma, podemos perceber que, para os professores, o conhecimento científico é compreendido como um meio para a formação de cidadãos capazes de fazer julgamentos e tomar decisões conscientes (STRIEDER; KAWAMURA, 2017). Portanto, o foco não está apenas no conhecimento em si, mas os professores também se preocupam com os questionamentos e posicionamentos que os alunos serão capazes de gerar a partir das teorias e da realidade, com o intuito de promover a transformação social. Desse modo,

entendemos que:

Uma educação científica que busca compromissos sociais relaciona-se ao desenvolvimento de competências para que a sociedade possa lidar com problemas de diferentes naturezas, tendo condições de fazer uma leitura crítica da realidade que, atualmente, está marcada por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais. Assim, mais do que contextualizar o conhecimento, compreender o mundo, questioná-lo e/ou se posicionar, de acordo com esse propósito, o que guia a educação é a busca por uma transformação de mundo; a busca por encaminhamentos para problemas reais, que afligem a sociedade com a qual a escola se encontra. Envolve, portanto, ações concretas de intervenção na realidade (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 46).

Para isso, torna-se importante **empoderar o cidadão para a ciência, favorecendo a capacidade de analisar informações, se posicionar de forma crítica quanto as implicações no meio, tomar as melhores decisões e modificar o local e as condições em que vive** (1.2.3). Diante disso, uma professora (P12) considera que sua finalidade é *“instigar os estudantes a não se conformarem com o básico e sempre se questionarem e tentarem ver outros pontos de vista para investigarem sobre as coisas e refletirem criticamente sobre as informações”*.

Tendo em vista que a ciência e a tecnologia estão presentes de forma constante em nossa vida, seja de forma restrita ao usar aplicativos que facilitam nosso dia a dia ou de forma ampla por questões de “saúde pública, políticas relacionadas ao aquecimento global, o uso de inteligência artificial em nossas relações sociais, ou questões éticas, como a experimentação animal” (LÓPEZ CERESO, 2018, p. 14), “como fomentar a participação dos cidadãos em decisões científicas?”. Segundo esses autores: [...] “na medida em que os temas de interesse social têm uma relação crescente com a ciência e a tecnologia, fomentar o conhecimento social da ciência significa empoderar e capacitar os cidadãos para que possam exercer um protagonismo público” (LÓPEZ CERESO, 2018, p. 14).

Considerando as visões dos professores aqui expostas, é evidente que as afirmativas convergem para uma finalidade de educação científica crítica voltada à formação de estudantes críticos, conscientes e participativos. Essa abordagem é demonstrada pelas propostas de ações mencionadas pelos professores, que buscam incentivar posturas de protagonismo, empoderamento e participação ativa na sociedade.

Através das falas dos participantes, fica claro que eles reconhecem a relevância

dos conhecimentos científicos, mas a maioria deles os relaciona ao contexto de vida dos alunos. Diante dessa perspectiva, é fundamental que os professores estejam atentos à contextualização em seu trabalho, compreendendo que os conhecimentos científicos têm como objetivo ampliar a compreensão dos alunos e quebrar concepções superficiais baseadas em senso comum.

Os professores parecem entender a importância de ir além de um currículo tradicional, pois mencionam a relevância de contribuir efetivamente com a formação dos estudantes, capacitando-os a transformar a realidade em que vivem. Eles apresentam uma visão educacional mais aberta e progressista e valorizam a educação crítica e participativa, em contraste com modelos mais tradicionais e passivos de ensino.

III) Importância da educação científica crítica

A respeito da importância da educação científica crítica, os professores consideram a relevância de alguns aspectos para o desenvolvimento de um ensino de ciência, baseado em posturas reflexivas, questionadoras e ativas. Das seis afirmativas que foram apresentadas aos professores no segundo questionário (ver APÊNDICE 5), **todas** obtiveram o consenso maior que 75% e, portanto, foram destacadas no Quadro 8.

Quadro 8: Importância da educação científica crítica.

Importância da Educação Científica Crítica
1.3.1. Contribui para a atuação do aluno como cidadão ao aplicar os conhecimentos adquiridos. 100% de consenso
1.3.2. Favorece a resolução de problemas. 91% de consenso
1.3.3. Oferece aos alunos uma leitura crítica das informações que chegam até eles, sendo possível distinguir o conhecimento científico da divulgação pelo "achismo", reduzir a propagação de fake news e de discursos não fundamentados. 100% de consenso
1.3.4. Propicia o desenvolvimento de uma sociedade menos alienada ao buscar o entendimento de como está o mundo em que vivemos e o porquê da situação em que ele se encontra. 100% de consenso
1.3.5. Possibilita que o aluno seja mais propenso a ouvir opiniões diferentes das suas e somente e, em análise posterior, definir uma resposta. 100% de consenso
1.3.6. Permite ao aluno o entendimento da importância, por exemplo, da vacinação como fator de redução de epidemias, posicionando-se contra as ideias advindas da pseudociência, como os movimentos anti-vacinas, as dietas milagrosas etc. 100% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como podemos observar no quadro 8, identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 91% e 100% (**destaque em vermelho**) do total de 11 respondentes.

Ao discutirem sobre a importância da educação científica, os professores se

apoiam em visões do contexto atual, refletindo sobre o momento de constante negação dos conhecimentos científicos, estando a ciência na mira de ataques por diversos grupos.

Diante dos dados, é consenso dos professores dizer que a educação científica crítica **contribui para atuação do aluno como cidadão ao aplicar os conhecimentos adquiridos** (1.3.1). Embora a afirmação possa dar a entender que apenas a aplicação dos conhecimentos científicos tornaria alguém um cidadão, a perspectiva aqui é de que o conhecimento científico desempenha um papel relevante nas práticas sociais dos alunos, principalmente ao contribuir para “*o desenvolvimento de uma sociedade menos alienada*” (P11).

Segundo os professores desse estudo, a educação científica é capaz de **favorecer a resolução de problemas** (1.3.2) “*de qualquer natureza*” (P1) e, “*principalmente, para as informações que correm nas redes sociais*” (P2). Nesse sentido, é importante reconhecer que a divulgação de informações científicas na internet e nas redes sociais alcança grande parcela da população, adquirindo facilmente força e visibilidade quando compartilhadas. No entanto, surge um problema quando essas informações apresentam “elementos e características do conhecimento científico, ainda que superficiais”, mas que, na realidade, são meras opiniões. “Isso induz a uma disputa desigual por narrativas, levando a opinião pública a praticamente escolher no que acreditar, e na maioria das vezes, a duvidar do conhecimento científico” (VILELA; SELLES, 2020, p. 1731).

Com o desenvolvimento de uma educação científica crítica no contexto escolar, os alunos podem compreender que os fatos não estão sujeitos a crenças pessoais, como frequentemente ouvimos: “Eu não acredito na eficácia da vacina”. Os dados e evidências científicas se mostram consistentes e é crucial que as pessoas conheçam e compreendam os processos de produção da ciência para tomarem decisões informadas e embasadas.

Nesse contexto, os professores entendem que a educação científica **oferece aos alunos, uma leitura crítica das informações que chegam até eles, sendo possível distinguir o conhecimento científico da divulgação pelo “achismo” e reduzir a propagação de fake news e discursos não fundamentados** (1.3.3). Como exemplo, uma professora (P6) menciona que “*uma formação crítica na área científica permitiria, por exemplo, que as pessoas entendessem a importância da vacinação como fator de redução de epidemias que geram prejuízos para toda a sociedade*”.

Ao analisarmos a fala da professora (P6), fica evidente a necessidade de uma formação crítica que possibilite o aprimoramento do entendimento em relação a situações essenciais, como a importância da vacinação. Essa perspectiva representa um avanço significativo, sobretudo considerando o contexto de pandemia, no qual argumentos infundados foram disseminados.

Contudo, é importante reconhecer que essa abordagem crítica ainda não é amplamente adotada nos ambientes escolares. Sobre isso, a professora (P3) destaca que a falta dessa abordagem é a razão pela qual ainda existe pessoas *“que acreditam que a Terra é plana, que vacina faz mal, que coronavírus é “apenas uma gripezinha” e, também, é um dos fatores de se investir tão pouco em ciência em diversos países e se valorizar tão pouco os cientistas”*.

Podemos considerar que os problemas mencionados pela professora (P3) nem sempre decorrem da falta de uma educação científica crítica. Entendemos que as situações apresentadas por ela são o resultado de uma combinação de fatores, tais como: desinformação; influência de grupos e comunidades; baixo nível de alfabetização científica; mídia sensacionalista e interesses pessoais, políticos e econômicos.

Os professores de nosso estudo concordam, também, que a educação científica **propicia o desenvolvimento de uma sociedade menos alienada ao buscar o entendimento de como está o mundo em que vivemos e o porquê da situação em que ele se encontra** (1.3.4). Como exemplo, a professora (P5) aponta que *“a educação científica em uma perspectiva crítica permitiria ao estudante analisar e julgar dados, ações governamentais e comportamentos diante deste cenário de pandemia, permitindo que ele tome melhores decisões para si e para o outro e colaborando para o bem-estar de todos e todas”*.

Diante dessa fala, entendemos que ao trabalhar numa perspectiva de educação científica crítica, os professores oportunizam que os alunos elejam fontes, as quais se podem confiar para “confrontar os conhecimentos aprendidos com os disponibilizados por grupos negacionistas” (VILELA; SELLES, 2020, p. 1734), ao mesmo tempo, em que os docentes colocam os alunos em situações de análise de situações e tomada de decisões que são tão importantes individual quanto coletivamente.

Nesse debate, os professores entendem existir a **possibilidade de o aluno ser mais propenso a ouvir opiniões diferentes da suas e somente em análise posterior defina uma resposta** (1.3.5), *o que, provavelmente, levará essa pessoa a não acreditar*

fielmente em fake news (P5). Destacamos o posicionamento de um professor (P10) quanto a importância “*se posicionar de forma crítica em assuntos ligados ao desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações na sociedade e meio ambiente*” e, também, se posicionar **contra as ideias advindas da pseudociência, como os movimentos anti-vacinas, as dietas milagrosas etc.** (1.3.6). Corroboramos com isso, a ideia de Silva e Videira (2020, p. 1063):

Um jovem que não experimenta, em seu dia a dia, um ambiente que o aproxima e o insere na ciência, que não o motiva a cultivá-la, pode se tornar um promotor da desconfiança, e mesmo da perseguição ao conhecimento científico. Se historicamente temos nos preocupado em atrair jovens para as carreiras científicas, esta estratégia já não basta. É preciso, de alguma forma, vaciná-los contra a pós-verdade, e evitar perdê-los para a anti-ciência (SILVA; VIDEIRA, 2020, p. 1063).

Percebemos que os professores se alinham com a visão de Chassot (2003) quando da possibilidade de pensarem mais amplamente a ciência. O autor (2003, p. 91) considera que os estudantes ao entenderem a ciência podem compreender melhor as manifestações do universo, já que para ele, a ciência é uma “*linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural*”. Nesse sentido, o autor aponta que “*propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer alfabetização científica*” (CHASSOT, 2003, p. 93).

[...] seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo – e, preferencialmente, transformá-lo em algo melhor. Tenho sido recorrente na defesa da exigência de com a ciência melhorarmos a vida no planeta, e não a tornar mais perigosa, como ocorre, às vezes, com maus usos de algumas tecnologias (CHASSOT, 2003, p. 94).

Diante dessas discussões, as visões que os professores apresentam “*não implicam somente em mudança de metodologias de ensino, ainda que perpassa por ela. A ela está relacionada, acima de tudo, a uma mudança no que se entende por conhecimento escolar e, principalmente, na função social da escola*” (STRIEDER; KAWAMURA, 2017, p. 47). Vemos que eles buscam desenvolver nos alunos a leitura de mundo e de tomada de decisão para formar uma conscientização nos alunos sobre a importância dos conhecimentos científicos, os quais são essenciais para a formação de

um cidadão crítico na sociedade. Consideramos que os professores assumem um conjunto de valores e saberes condizentes com o compromisso social da ciência, trazendo elementos da ação docente que reforça a necessidade de se desenvolver essas competências nos alunos.

Coadunamos com essas visões de ciência, o caminhar dos professores para a utilização de métodos e estratégias didáticas voltadas ao desenvolvimento de uma educação científica crítica, resultado que veremos no próximo eixo – Metodologias e Abordagens.

4.2 Análise e interpretação do eixo 2: Metodologias e abordagens para uma educação científica crítica

A respeito desse segundo eixo - metodologias e abordagens no ensino de ciências, reforçamos que tanto os resultados obtidos no primeiro questionário (organização das falas dos professores em eixos e afirmativas) quanto os consensos encontrados no segundo questionário foram contemplados para análise e interpretação dos dados. Dessa forma, para melhorar o entendimento, organizamos esse eixo em três aspectos: I) métodos de ensino de ciências; II) estratégias didáticas no ensino de ciências e III) boas práticas no ensino de ciências.

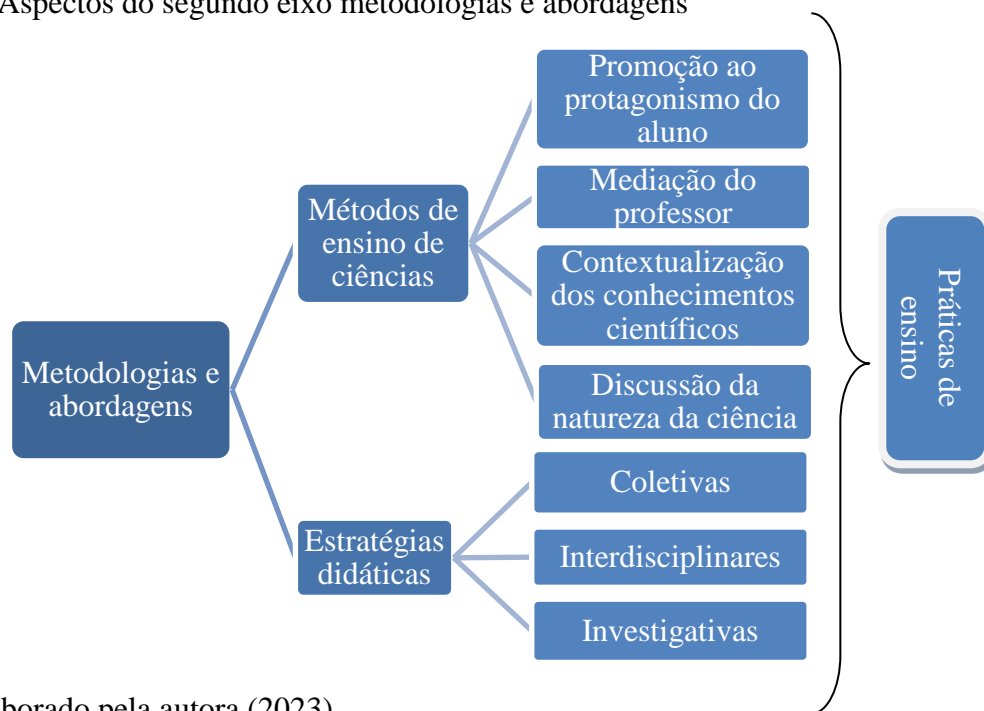
Quanto ao primeiro aspecto, métodos de ensino de ciências, os professores concordam que para desenvolver uma educação científica crítica é necessário problematizar, questionar, discutir e refletir em sala de aula. Podemos perceber que essas habilidades são desenvolvidas pelos professores em quatro momentos: ao desenvolver o protagonismo do aluno; na mediação dos conhecimentos; na contextualização dos conhecimentos científicos e na discussão da natureza da ciência (Figura 6).

Com relação ao segundo aspecto, os professores falam sobre as estratégias didáticas que favorecem o desenvolvimento de uma educação científica crítica em sala de aula. De modo geral, eles apresentam estratégias no âmbito da interdisciplinaridade e da investigação. Percebemos, também, que a maioria das estratégias podem ser desenvolvidas no coletivo e, como exemplo, os professores citam: a participação dos alunos em projetos, o uso dos experimentos, momentos de debates e reflexão como formas de mobilizar os alunos à aprendizagem dentre outros (Figura 6).

Por último, no terceiro aspecto, os professores relatam práticas de ensino bem-sucedidas, levando em consideração os métodos e as estratégias, com os quais

reconhecem a capacidade de desenvolverem processos de reflexão crítica sobre a realidade vivida, a partir da tomada de consciência para sua transformação (Figura 6).

Figura 6: Aspectos do segundo eixo metodologias e abordagens



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Dessa forma, temos evidências através desses aspectos (Figura 6) de que a visão dos professores do nosso estudo sobre os métodos e as abordagens para o processo de ensino e aprendizagem revelam a valorização de elementos próximos ao ensino CTS (métodos de ensino de ciências e estratégias didáticas) e coerentes com a visão do primeiro eixo (Princípios, finalidades e importância de ECC) para o desenvolvimento de boas práticas de ciências.

I) Métodos de ensino

Por esse primeiro aspecto, entendemos que o aprendizado dos alunos no ensino de ciências (isto é, dos conteúdos científicos) decorre de teorias e métodos proporcionados pelos professores. Ao tomar decisões para elaborar seus planos de aula, os professores sustentam suas práticas docentes em determinadas teorias, escolhendo os métodos que mais se adequam a perspectiva que eles têm sobre o ensino de ciências.

Assim, consideramos que os métodos de ensino revelam muito mais do que encaminhamentos de práticas docentes. Por meio dos métodos de ensino escolhidos é

possível que os professores consigam apresentar suas visões e seus valores a respeito da educação que querem desenvolver, muito embora já estejam inseridos em escolas que adotam determinados métodos, os quais são orientados a desenvolver. No entanto, ainda assim, é possível implementar algumas visões teóricas e metodológicas que consideram importantes para a atuação dos alunos, de forma crítica, no exercício da cidadania.

Compreendemos que a vivência em sala de aula permite que os professores transitem por diferentes abordagens metodológicas, o que favorece contemplar as necessidades do processo de ensino/aprendizagem. Como exemplo, a professora (P9) fala a respeito disso: *“sempre há espaço para diálogos e novas formas de construção do conhecimento, cada turma, cada aluno é único, bem como suas experiências e formas de incorporar o conhecimento; sempre que possível mudo a metodologia das aulas, trazendo novos modos de abordar as temáticas”*. A partir desse trecho, é possível considerar que as práticas dos professores são frutos tanto de suas visões quanto de suas reflexões e ações do dia a dia, as quais ancoram o trabalho docente.

Assim, no Quadro 9, levantamos 15 das 16 afirmativas (ver APÊNDICE 5) que foram apresentadas aos professores no segundo questionário, com o consenso maior que 75%. Esse quadro revela as visões dos professores sobre os métodos de ensino adotados para o aprendizado dos alunos em ciências:

Quadro 9: Métodos de ensino.

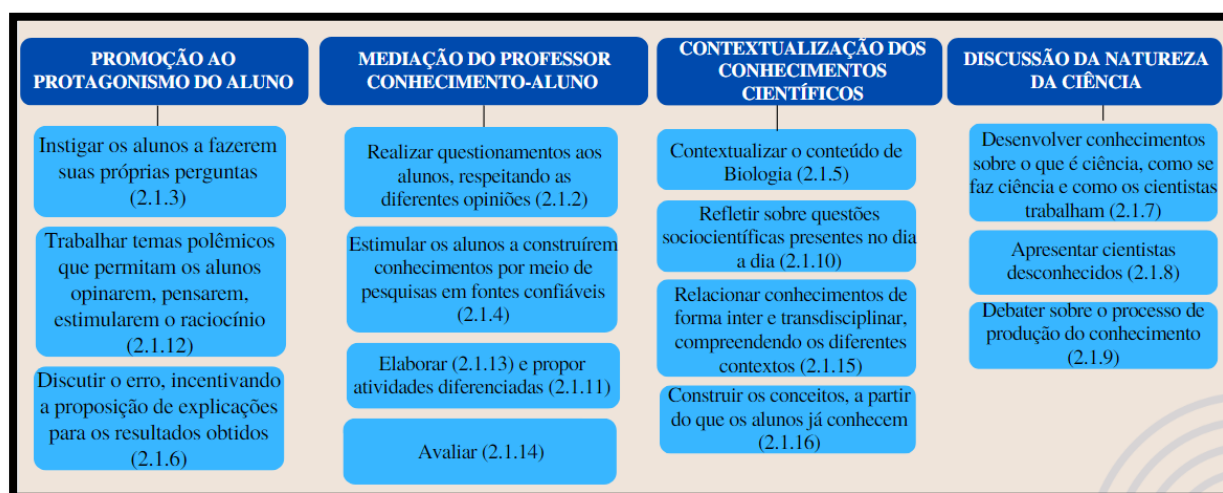
2.1.2. Realizar questionamentos aos alunos, respeitando as diferentes opiniões. 91% de consenso
2.1.3. Instigar os alunos a fazerem suas próprias perguntas. 100% de consenso
2.1.4. Estimular os alunos a construírem conhecimento por meio de pesquisas em fontes confiáveis, realizando interpretações, relações e reflexões críticas sobre os resultados encontrados. 100% de consenso
2.1.5. Contextualizar o conteúdo de Biologia, favorecendo a percepção do conhecimento científico no exercício da prática social. 100% de consenso
2.1.6. Discutir o erro, incentivando a proposição de explicações para os resultados obtidos. 100% de consenso
2.1.7. Desenvolver conhecimentos sobre o que é ciência, como se faz ciência e como trabalham os cientistas. 100% de consenso
2.1.8. Apresentar alguns cientistas desconhecidos pelos alunos e ressaltar a importância de se fazer pesquisa. 100% de consenso
2.1.9. Debater com os alunos sobre o processo de produção do conhecimento. 100% de consenso
2.1.10. Refletir sobre questões sociocientíficas presentes no dia a dia. 100% de consenso
2.1.11. Propor atividades (experimentais, investigativas, debates, leitura e análise de textos científicos). 100% de consenso
2.1.12. Trabalhar temas biológicos polêmicos (células troncos, distúrbios alimentares, impactos ambientais etc.) de forma mais crítica e que permitam aos alunos opinarem, pensarem, estimularem o raciocínio sobre os assuntos e realizarem exercícios individuais. 91% de consenso
2.1.13. Elaborar atividades diferenciadas para abordar as temáticas. 100% de consenso
2.1.14. Avaliar de forma particular os alunos e turmas. 82% de consenso
2.1.15. Relacionar conhecimentos diferentes de forma inter e transdisciplinar, compreendendo contextos sociais, midiáticos, econômicos, ambientais e de outros tipos. 100% de consenso
2.1.16. Construir os conceitos a partir dos que os alunos já conhecem. 100% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Como podemos observar no quadro 9, identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 82% a 100% (**destaque em vermelho**) do total de 11 respondentes.

Diante do consenso apresentado pelos professores, conseguimos organizar as afirmativas em quatro elementos prevaletentes (Figura 7) e que remetem ao protagonismo do aluno (GONZÁLEZ-WEIL, 2012); a mediação do conhecimento entre professor e aluno (BULGRAEN, 2010; SPONHOLZ, 2003; CHIOVATTO, 2000; MARTINS, 1997); a contextualização dos conteúdos científicos (AIKENHEAD, 1994; SASSERON; CARVALHO, 2011; SILVA; VIDEIRA, 2020; AZEVEDO; BORBA, 2020) e a discussão da natureza da ciência (SASSERON; CARVALHO, 2011; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

Figura 7: Princípios que fundamentam os métodos de ensino dos professores de ciências.



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Na discussão da promoção ao protagonismo do aluno, temos evidências de que o aluno poderia ser estimulado pelos professores em seu processo de aprendizagem. Portanto, poderia ser oferecido ao aluno, a oportunidade de atuar, desde a formulação de perguntas, passando pela reflexão e exposição de opinião, até a proposição de argumentos para os problemas que surgem.

Para isso, no desenvolvimento da educação científica, os professores relataram que poderiam: **instigar os alunos a fazerem suas próprias perguntas (2.1.3); trabalhar temas polêmicos (células tronco, distúrbios alimentares, impactos ambientais etc.) de forma mais crítica e que permitam aos alunos opinarem, refletirem, estimularem o raciocínio sobre**

os assuntos e realizarem exercícios individuais (2.1.12); discutir o erro, incentivando a proposição de explicações para os resultados obtidos (2.1.6).

Os professores levantam métodos que poderiam incentivar os alunos a assumirem um papel ativo em seu processo de aprendizagem, permitindo-lhes explorar, questionar e argumentar com base nos conhecimentos que são apresentados. Dentro desse contexto, destacamos a fala da professora (P5) acerca do *“protagonismo e da argumentação como elementos fundamentais para uma educação científica crítica”*. Ao cultivar o protagonismo dos estudantes, eles são encorajados a desenvolver habilidades de pensamento crítico, analisar evidências, formular argumentos embasados e participar de discussões fundamentadas. Portanto, esses métodos poderiam desenvolver uma educação científica mais engajadora e reflexiva, preparando os alunos para se tornarem cidadãos informados e capacitados para enfrentar os desafios da sociedade atual.

Essas reflexões convergem com a abordagem do segundo tópico, no qual podemos perceber que o trabalho em sala de aula poderia ser favorecido pela mediação dos professores ao diversificar os métodos de ensino, contribuindo com o aprendizado e desenvolvendo a educação científica, a partir da capacidade de pensamento crítico. Nas afirmativas, os professores concordam que poderiam: **realizar questionamentos aos alunos, respeitando as diferentes opiniões (2.1.2); estimular os alunos a construir conhecimentos por meio de pesquisas em fontes confiáveis, realizando interpretações, relações e reflexões críticas sobre os resultados encontrados (2.1.4); propor atividades (experimentais, investigativas, debates, leitura e análises de textos científicos) (2.1.11) e elaborar atividades diferenciadas para abordar as temáticas (2.1.13).**

Considerando esses métodos de ensino, uma professora (P1) menciona que *“através dos questionamentos feitos, os estudantes são estimulados a fazer relações e reflexões, bem como a fazer suas próprias perguntas”*. Outra professora (P6) relata que costuma *“propor exercícios individuais que estimulam o raciocínio sobre os assuntos trabalhados, além de desenvolver algumas atividades práticas e investigativas”*.

Entendemos que o favorecimento de tais formas de ensino aos alunos possibilita que eles se engajem e se interessem por aquilo que estuda, ao mesmo tempo em que promove o desenvolvimento de autonomia e o protagonismo, competências importantes para a construção do conhecimento. Assim, entendemos que o papel dos professores não é o de transferir

conhecimento, mas de:

[...] mediar o chamado “saber elaborado” acumulado historicamente pela sociedade com as vivências do aluno, possibilitando uma aprendizagem crítica para sua atuação como sujeito na sociedade, enfocando o ensino dos conhecimentos do passado, da tradição, para o entendimento das situações presentes e formas de se redefinir as ações futuras (BULGRAEN, 2010, p. 36).

Vemos que a aprendizagem crítica poderia ser proporcionada pelos professores ao instigarem os alunos a fazerem suas próprias perguntas; ao trabalharem os temas de forma mais crítica; ao discutirem o erro e incentivarem explicações; ao realizarem questionamentos; ao estimularem os alunos por meio de pesquisas em fontes confiáveis, entre outras ações. No desenvolvimento dessas habilidades é possível apontar para o enfoque de um ensino CTS, o qual favorece aos alunos uma postura mais crítica.

É possível considerar que os professores promovem em suas aulas o desenvolvimento de atitudes (protagonismo, questionamento, interpretação, reflexão, argumentação) e de valores (respeito, trabalho coletivo). Nesse sentido, entendemos que a educação científica crítica, também, se preocupa em desenvolver essas habilidades para vida em sociedade e podemos dizer que esses resultados se coadunam com aqueles encontrados por Freitas et al. (2019).

Caminhando para a discussão do terceiro tópico temos a contextualização dos conteúdos científicos. Esse elemento, também, é apontado por especialistas da área de educação em ciências em um estudo realizado por Freitas et al. (2019). Entendemos que a contextualização traz como contribuições o estímulo ao engajamento dos alunos no trabalho escolar e sua participação mais ativa na vida social para transformação da realidade. Em nosso estudo, a contextualização aparece na fala dos professores de duas formas: uma de forma mais simples e a outra, de forma mais complexa.

Como um primeiro exemplo de contextualização trazida de maneira mais simples, começamos pela afirmativa a seguir: **construir os conceitos, a partir do que os alunos já conhecem - 2.1.16**. Sobre essa afirmativa, podemos evidenciar a fala da professora (P1): *“Partindo dos princípios da educação científica, os conceitos são construídos a partir do que os estudantes já conhecem”*. Para ela, construir conhecimentos é buscar uma relação com a vida cotidiana dos alunos. Mais adiante a professora (P1) complementa sua ideia, dizendo que sempre procura *“contextualizar o que estão aprendendo, de forma a favorecer aos*

estudantes a percepção da aplicação ou ocorrência de um fenômeno ou processo no dia a dia". Outro professor (P11) diz: "*nos conteúdos básicos das disciplinas que leciono, incluo informações sobre a utilização dessas informações no dia a dia*".

Outro exemplo de contextualização simplista trazido pelos professores é a de **refletir sobre questões socio científicas presentes no dia a dia - 2.1.10**. Como exemplo, temos a fala da professora (P5) em que busca "*despertar no estudante, a consciência crítica por meio da reflexão de questões socio científicas, presentes no seu dia a dia*" (P5). Vemos que a professora menciona seu empenho em desenvolver nos alunos a capacidade de analisar e refletir criticamente sobre questões que envolvem a ciência e a sociedade, presentes no dia a dia dos estudantes.

Em ambos os exemplos, os professores demonstram uma forte inclinação para ilustrar conceitos, trazendo-os para o contexto próximo dos alunos, algo que eles já conhecem e podem compreender facilmente. Contudo, é importante destacar que essa abordagem não abrange completamente a ideia mais profunda de contextualização, pois se concentra principalmente na transmissão de informações, na exemplificação e na aplicação dos conhecimentos. Portanto, a visão dos professores é simplificada, o que lhes permite apenas tornar os conceitos científicos mais acessíveis e relacionados ao mundo dos alunos. Uma ideia complexa de contextualização poderia focar em uma:

[...] educação embasada em saberes e práticas científicas que afetam e interferem diretamente na vida cotidiana, mas, acima de tudo, inter-relacionados a ações sociais que permitam desenvolver um senso de solidariedade, cooperação e colaboração rumo a igualdade social. Portanto, ela tem de agir no sujeito proporcionando informação, desenvolvimento de pensamento crítico e desenvolvimento de habilidades e valores como argumentação, investigação, compreensão e uso de linguagens, autonomia, responsabilidade, solidariedade, organização, colaboração etc. (FREITAS et al., 2019, p. 761).

Podemos observar essa interconexão nas duas afirmativas a seguir, onde os professores parecem enfatizar a importância da contextualização com um foco no compromisso social, usando como base os conhecimentos científicos (STRIEDER; KAWAMURA, 2012). São elas: **contextualizar o conteúdo de biologia, favorecendo a percepção do conhecimento científico no exercício da prática social - 2.1.5; relacionar os conhecimentos de forma inter e transdisciplinar, compreendendo os contextos sociais, midiáticos, econômicos,**

ambientais e de outros tipos - 2.1.15).

Ao analisar essas duas afirmativas, fica evidente que os professores estão de acordo com a importância de promover uma compreensão mais ampla da ciência na sociedade e de conectar os conhecimentos para facilitar uma melhor compreensão da realidade. Isso, também, é apontado por Freitas et al. (2019, p. 12), ao mencionar que a contextualização tem o intuito de enriquecer determinado conteúdo ao proporcionar interpretações mais “complexas da realidade”, abrindo espaço para uma intervenção mais sólida. Nesse sentido, complementamos essa ideia ao dizer que:

[...] o ensino não deve se restringir à aprendizagem de vocabulário, informações e fatos vinculados à ciência. [Há] necessidade de [...] frisarem a importância de um ensino capaz de fazer com que os alunos vislumbrem as relações existentes entre os conhecimentos sistematizados pela escola e os assuntos com os quais se defrontam no dia a dia (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 73).

Por fim, o último elemento considerado em seu ensino é o trabalho com a natureza da ciência para promoção de uma educação científica. Num estudo conduzido por nós, os especialistas elegem como fundamental essa abordagem por “possibilitar a compreensão de que o conhecimento científico é apenas uma das formas de ver e explicar o mundo, entre outras que emergem de diferentes contextos, nos quais são produzidos saberes do senso comum, saberes populares, culturais e outros” (FREITAS et al., 2019, p. 762).

Nas afirmativas aparecem elementos que caracterizam que o aprendizado no ensino de ciências deve vir acompanhado de um aprendizado sobre a natureza da ciência, isto é, sobre como o conhecimento científico é produzido em suas dimensões histórica, filosófica e social. Nesse sentido, os professores apontam as seguintes abordagens: **desenvolver conhecimentos sobre o que é ciência, como se faz ciência e como os cientistas trabalham (2.1.7); apresentar alguns cientistas desconhecidos pelos alunos e ressaltar a importância de se fazer pesquisa (2.1.8); debater com os alunos sobre o processo de produção do conhecimento (2.1.9).**

As três afirmativas podem ser discutidas de forma conjunta e como exemplificação do que iremos refletir está baseado na fala da professora (P3), que expõe o seguinte: “*de certa forma, tento ao máximo levar aos meus alunos conhecimentos de pesquisas científicas. Apresento alguns cientistas que muitos deles nunca ouviram falar e, também, sempre que posso, resalto a importância de se fazer pesquisa. Muitos alunos meus até desconhecem*

que existem cientistas no Brasil... para ver o quanto a comunidade conhece muito pouco, quase nada ou nada sobre o que ocorre dentro das universidades”.

É interessante a perspectiva da professora em apresentar cientistas e que são desconhecidos pelos alunos. Em discussão mais ampla, em consonância com um estudo feito pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) sobre a percepção pública da ciência e tecnologia no Brasil, verificamos que a sociedade tem a ideia de que um cientista é “uma pessoa inteligente que faz coisas úteis a humanidade” ou de que são “pessoas comuns com um treinamento especial” (BRASIL, 2019)²⁹. Nesse sentido, ao comparar esses dados com os nossos, vemos que a professora busca trabalhar a profissão cientista na relação de pessoas que estudam, pesquisam, formam e podem trabalhar em universidades.

Entendemos que essa discussão é de extrema necessidade e que se atrela a profissão do cientista. Desse modo, ao falar sobre pesquisa, os professores se aproximam do processo de produção do conhecimento científico, interessando “aos alunos compreender que os produtos são resultantes de um processo de investigação humana” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 17)

A importância da pesquisa tem como princípio, a formação do aluno enquanto sujeito no mundo, isto é, de perceber a intrincada relação entre o saber comum e o saber escolar. Sobre isso, concordamos com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 17) ao dizerem que:

[...] trabalhar o conhecimento no processo formativo dos alunos significa proceder à mediação entre os significados do saber no mundo atual e aqueles dos contextos nos quais foram produzidos. Significa explicitar os nexos entre a atividade de pesquisa e seus resultados; portanto, instrumentalizar os alunos no próprio processo de pesquisar (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 17).

O resultado desse processo de produção do conhecimento científico pode ser debatido por um viés crítico, com a discussão sobre as visões que os alunos tiveram ao longo do estudo realizado. Ao encontro disso, um professor (P8) destaca essa ação ao realizar “*discussões que*

²⁹ BRASIL. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Percepção pública da C&T no Brasil. Brasil, 2019. Disponível em < <https://www.cgee.org.br/web/percepcao>>. Acesso em 03 de jan 2023.

estimulam a crítica e o reconhecimento da relevância da ciência na produção de conhecimento. Assim, supomos que os professores desse estudo entendem que o ensino de ciências se desenvolve numa perspectiva crítica, uma vez que o foco não está “somente sobre o ensino de conceitos e métodos das ciências, mas, também, sobre a natureza das ciências e suas implicações mútuas com a sociedade e ambiente”, o que coaduna com a literatura (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 65).

Nossos resultados trazem uma aproximação com a literatura na perspectiva do ensino CTS quando os professores buscam “romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77). Quando parte dos alunos a ação de investigar, produzir e desenvolver o conhecimento, os alunos abandonam “o estado de subserviência diante do professor e do conhecimento apresentado em sala de aula”, de tal modo que, também, possam “refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber” (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007, p. 77).

II) Estratégias didáticas

Para Villani e Freitas (2001, p. 5), “uma estratégia didática é um conjunto de ações implicitamente planejadas e conduzidas pelo professor para que ao final delas uma boa parte dos alunos se comprometam a realizar uma tarefa ou um trabalho didático da melhor maneira possível”. Dessa forma, através das estratégias, os professores podem orientar os alunos na busca pelos saberes, de tal modo que a aprendizagem seja alcançada.

Para que a estratégia possa alcançar suas metas, ela deve apresentar “tanto um momento de plenitude imaginária, na qual as situações são percebidas como atraentes, quanto um momento de reflexão sustentada, na qual os problemas são percebidos como enfrentáveis”, caso contrário, “as dificuldades tenderão a tornar-se paralisantes, pelo menos para a maioria dos alunos, ou a euforia tenderá a se esvaziar sem os correspondentes compromissos de ação” (VILLANI; FREITAS, 2001, p. 6).

Em meio as falas dos professores do nosso estudo, no primeiro questionário, ao descreverem sobre suas ações docentes, eles mencionaram algumas estratégias didáticas. Ao ler esse material, pudemos extrair dos excertos 21 estratégias didáticas (ver APÊNDICE 5). Essas estratégias foram organizadas e rerepresentadas em um segundo questionário de tal modo que os professores pudessem reavaliar e atribuir um grau de relevância, segundo a sua visão

para o desenvolvimento de uma educação científica crítica.

O resultado obtido no segundo questionário está ilustrado no quadro 10 e nele destacamos **nove estratégias** entre as 21 apresentadas aos professores e que obtiveram o consenso maior que 75%. Portanto, foram selecionadas e estão destacadas no quadro a seguir.

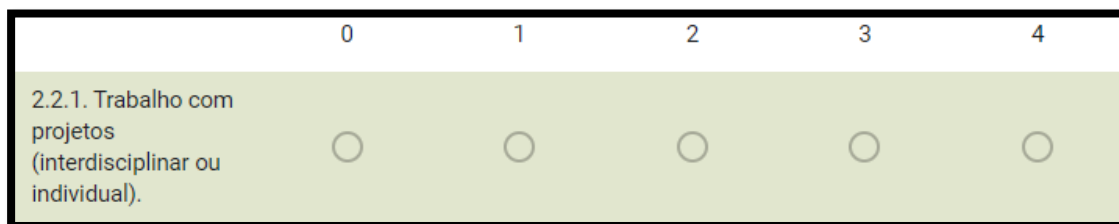
Quadro 10: Estratégias didáticas que contribuem para o desenvolvimento da educação científica crítica.

Estratégias didáticas
2.2.1. Trabalho com projetos (interdisciplinar ou individual). 91% de consenso (grau 3 e 4)
2.2.3. Aulas práticas com relatórios científicos. 82% de consenso (grau 4)
2.2.5. Experimentos. 82% de consenso (grau 4)
2.2.9. Ensino por investigação - problematização, planejamento e aplicação do conhecimento. 91% de consenso (grau 4)
2.2.10. Roda de conversa para levantamento de questões para reflexão. 91% de consenso (grau 3)
2.2.12. Estudo de caso e debates com possíveis situações. 82 % de consenso (grau 4)
2.2.18. Atividades interdisciplinares. 100% de consenso (grau 4)
2.2.20. Visitas. 100% de consenso (grau 4)
2.2.21. Etapas do método científico: Observação de um fenômeno, questionamentos, levantamento de perguntas e de hipóteses, experimentação e exploração dos problemas e questões envolvidas, discussão das hipóteses e resultados com argumentação, relação com diversas informações e contextos, pesquisas bibliográficas, elaboração coletiva de explicação e validação das hipóteses. 91% de consenso (grau 4)

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

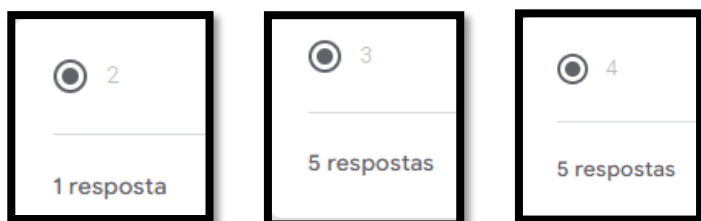
Como podemos observar no quadro 10, identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 82% a 100% (**destaque em vermelho**) do total de 11 respondentes.

Ainda com relação ao quadro 10, podemos ver a identificação de cada afirmativa com o grau 3 ou grau 4. Isso foi possível verificar mediante o formato da questão elaborada e que, nesse caso, os professores poderiam atribuir o valor de zero a quatro (0-4) para cada estratégia apresentada. Nesse sentido, a atribuição do valor zero (0) seria para estratégia didática considerada nada relevante; um (1) para estratégia didática pouco relevante; dois (2), para estratégia didática relevante; três (3) para estratégia didática muito relevante e quatro (4) para estratégia didática extremamente relevante. A figura 8 ilustra o formato de uma das questões apresentadas aos professores.

Figura 8: Grau de relevância das estratégias didáticas

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

A figura 9 apresenta o resultado das marcações para uma questão do segundo questionário. Nela, podemos observar o total de respondentes (11 respostas) em relação aos graus de relevância (2, 3 e 4). No caso, uma resposta foi atribuída ao grau 2 (relevante), cinco respostas ao grau 3 (muito relevante) e cinco respostas ao grau 4 (extremamente relevante). Portanto, os graus 3 e 4 foram os mais prevalentes em relação aos demais.

Figura 9: Total de respostas para as estratégias didáticas apresentadas.

Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Para fins de análise, consideraremos os **graus de relevância 3 (cor verde)** e **4 (cor roxa)**, como dados para interpretação. Esses foram os dados que receberam o maior número de votos, conforme mencionado anteriormente no quadro 10 e ilustrado no gráfico a seguir:

Gráfico 1: Grau de relevância das 21 estratégias didáticas apresentadas aos professores.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Para conhecermos quais estratégias foram assinaladas com os **graus de relevância 3** (muito relevante – cor verde) e **4** (extremamente relevante – cor roxa), elaboramos o quadro 11, no qual ilustramos os detalhes. Nesse quadro estão representadas as estratégias didáticas, os graus de relevância (3 e 4), a soma das escolhas para os graus 3 e 4 e o consenso obtido. Destacamos que essa soma foi calculada de maneira a obtermos o mínimo de consenso requerido (75%), conforme apontado na literatura (MARQUES; FREITAS, 2018; DUARTE; PIFFER, 2020).

Como exemplo de cálculo para encontrarmos o consenso das estratégias, tomaremos como ilustração, o *trabalho com projetos (interdisciplinar ou individual por área)*. Essa estratégia obteve cinco escolhas com grau de muita relevância e cinco escolhas com grau extremamente relevante, totalizando dez escolhas, o que corresponde ao consenso de 91% dos professores. Esse cálculo se deu com as demais estratégias apontadas no quadro a seguir.

Quadro 11: Soma das escolhas e consenso das estratégias didáticas dos professores

Estratégias didáticas	Escolha: grau 3 - muito relevante	Escolha: grau 4 - extremamente relevante	Soma das escolhas em cada item	Consenso (%)
1. Trabalho com projetos	5	5	10	91
2. Aulas práticas com relatórios científicos	4	5	9	82
3. Experimentos	4	5	9	82
4. Ensino por investigação	3	7	10	91
5. Roda de conversa	6	4	10	91
6. Estudo de caso e debates com possíveis situações	3	6	9	82
7. Atividades interdisciplinares	5	6	11	100
8. Visitas	5	6	11	100
9. Método científico	3	7	10	91

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

No quadro 11, dentre as estratégias didáticas elencadas como “*muito relevantes*” e “*extremamente relevantes*”, ao realizarmos uma comparação entre as duas, vemos pelo total que o número concordâncias está no grau 4, o que, em nossa interpretação, poderia contribuir melhor para o desenvolvimento de uma educação científica crítica, inclusive quando equiparado as outras estratégias mencionadas no Apêndice 5.

Viveiro e Diniz (2009) apontam algumas contribuições sobre a utilização de estratégias didáticas, as quais se caracterizam por: melhorar as chances de atender as diferentes necessidades e interesses dos alunos; contribuir para motivá-los e envolvê-los no processo de ensino; oportunizar a compreensão do assunto estudado e promover a construção do conhecimento. Nessa reflexão, podemos complementar, o desenvolvimento do pensamento crítico discutido por Tenreiro-Vieira (2004) e que, também, contribuem para a educação científica crítica.

Na visão dos professores, para além de identificar as estratégias como muito relevante e extremamente relevante, iremos trazer as características abordadas por eles e refletiremos quais são as contribuições no desenvolvimento de uma educação científica crítica. Dessa maneira, iremos apresentar e discutir as nove estratégias apresentadas no quadro 11 de maneira mais detalhada e refletida. Iniciaremos a discussão das estratégias, seguindo uma ordem dos graus de relevância, começando pelo grau 3."

a) Roda de conversa no levantamento de questões para reflexão (2.1.10)

Considerando o quadro 11 como ponto de referência para a discussão, a roda de conversa³⁰ emergiu como uma estratégia valorizada pelos professores no grau 3 - muito relevante, com um total de 6 votos. Esse resultado ressalta a importância atribuída à dinâmica de discussão em grupo como uma ferramenta eficaz para levantar questões e promover reflexões.

Em termos de suas características para o desenvolvimento de uma educação científica crítica, essa estratégia favorece maior participação e engajamento dos alunos nas aulas de Ciências, já que partem de assuntos que eles conhecem ou tem curiosidade em saber. A professora (P5) menciona que estratégias como essas “*colocam o aluno em evidência,*

³⁰ Essa estratégia foi valorizada no grau 4 – extremamente relevante por quatro professores.

favorecendo a sua autonomia e abrindo espaços de expressão e reflexão”.

Nossa interpretação indica que a decisão dos professores de utilizar a roda de conversa para o ensino de ciências tem como objetivo promover o protagonismo do aluno, estimular a participação ativa e contribuir para a construção do conhecimento. Realizar a coleta de informações permite, também, que os professores tomem decisões e reflitam sobre como lidar com a situação diagnosticada.

b) Trabalho com projetos (2.2.1)

O trabalho com projetos foi igualmente considerado pelos professores como uma estratégia muito relevante (cinco votos) e extremamente relevante (cinco votos) para o desenvolvimento de uma educação científica crítica. Sobre as características dessa estratégia, o professor (P10) exemplifica que num projeto de horta hidropônica que ele desenvolve junto com o professor de matemática e física, ele consegue *“trabalhar os conteúdos científicos, além de discutir questões relacionadas aos problemas ambientais da utilização de agrotóxicos e consumo excessivo de água na agricultura”*.

A professora (P1) destaca que *“o desenvolvimento de um projeto oportuniza a participação dos alunos em vários momentos e em várias situações diferentes ao: discutir ideias; ouvir o outro; interagir com os colegas na realização de pesquisas de campo; analisar e apresentar os resultados; elaborar e acompanhar o cronograma, enfim. Nessa atividade, os alunos são estimulados a desenvolver diversos estudos e atividades com a mediação da professora. Este projeto envolve ainda a apresentação à comunidade escolar, favorecendo novas experiências de aprendizagem aos alunos também nestes momentos”*.

Observamos nestas falas que o entendimento dos professores se baseia na visão de que o desenvolvimento de um conteúdo científico pode ir além dos fatos, conceitos e teorias. Eles entendem que é possível aprofundar e relacionar o conteúdo científico com outros saberes existentes. Implicitamente, é possível dizer que há o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, tais como a autogestão, o engajamento com o outro, a criatividade e o pensamento crítico. Nesse sentido, Behrens e José (2001, p.3) consideram que:

A opção por um ensino baseado em projetos proporciona a possibilidade de uma aprendizagem pluralista e permite articulações diferenciadas de cada aluno envolvido no processo. Ao alicerçar projetos, o professor pode optar por um ensino com pesquisa, com uma abordagem de discussão coletiva crítica e

reflexiva que oportunize aos alunos a convivência com a diversidade de opiniões, convertendo as atividades metodológicas em situações de aprendizagem ricas e significativas. Esse procedimento metodológico propicia o acesso a maneiras diferenciadas de aprender, e, especialmente, de aprender a aprender (BEHRENS; JOSÉ, 2001, p. 3).

Consideramos, com isso, que o trabalho com projetos pode favorecer uma maior complexidade na resolução dos problemas por vincular conteúdos científicos à realidade circundante dos estudantes. Nessa interpretação, Pasquarelli e Oliveira (2017) contribuem dizendo sobre a possibilidade de uma aprendizagem mais integrada quando se abordam conceitos, procedimentos, atitudes pelo viés humanístico, com vistas a discutir valores e realizar reflexões críticas sobre sua condição no mundo frente aos desafios impostos pela ciência, tecnologia, social e econômica.

c) Atividades interdisciplinares (2.1.18)

Somando-se às reflexões anteriores, os professores concordam com a possibilidade de desenvolver atividades interdisciplinares, recebendo cinco votos no grau 3 – muito relevante e seis votos no grau 4 – extremamente relevante.

O professor (P10) destaca que *“a interdisciplinaridade e o trabalho com projetos auxiliam no desenvolvimento da educação científica, na perspectiva crítica”*. Como características dessa estratégia, observamos que ela permite a integração de diferentes saberes e auxilia os estudantes a terem uma compreensão mais abrangente da realidade. Isso fica evidente quando os professores mencionam o desenvolvimento de um trabalho integrado, que relaciona as disciplinas de sociologia e educação física. Nesse caso, o professor (P10) aponta que *“os conceitos científicos podem se alinhar aos fatores históricos, sociais e de percepção corporal”*.

Na literatura, Calafell e Bonil (2007) e Gerhard e Filho (2012) defendem a realização de atividades com viés interdisciplinar, pois elas favorecem a articulação dos diferentes campos do saber. Entendemos que isso gera alguns contributos para o aprendizado, tais como a motivação; a postura de interesse dos alunos pelo assunto que está sendo discutido e, também, a compreensão mais ampla de mundo. Já quando o conteúdo científico é fragmentado, há limitação da capacidade de visão e interpretação de mundo pelo aluno. Nesse contexto, Gerhard e Filho (2012) entendem que:

[...] a disciplinaridade característica do currículo escolar termina por prejudicar a formação integral e o conhecimento científico dos alunos, pois tolhe deles os resultados realmente úteis do conhecimento, como a capacidade de pensar globalmente certo problema. Em um mundo pequeno perante a velocidade de circulação das informações e o impacto que um fato local pode provocar em termos globais, cada vez mais o conhecimento especializado precisa ser submetido à análise crítica de cidadãos que sejam capazes de avaliar os benefícios e malefícios da realização de projetos relacionados a esse conhecimento. E isso não pode ser alcançado, senão por uma educação que contemple prioritariamente a interdisciplinaridade (GERHARD; FILHO, 2012, p. 127).

Com isso, as múltiplas interpretações de um fenômeno podem ser complementares e, como já mencionado pelos professores, favorecem uma visão de mundo mais ampla e complexa acerca dos conteúdos estudados.

d) Visitas (2.2.20)

A visita foi uma estratégia apontada com cinco votos para o grau 3 - muita relevância e seis votos para o grau 4 – extremamente relevante no desenvolvimento de uma educação científica crítica. Sobre essa estratégia, Viveiro e Diniz (2009) mencionam que, no contexto escolar, é muito comum os professores planejarem visitas a espaços formais e não-formais de ensino para auxiliar no desenvolvimento de um conteúdo. As atividades de campo podem ocorrer em “um jardim, uma praça, um museu, uma indústria, uma área de preservação, um bairro, incluindo desde saídas rápidas ao entorno da escola até viagens que ocupam vários dias” (p.28).

Destacando as características dessa estratégia, os professores consideram que a visita pode fazer parte de uma sequência didática, na qual deve favorecer a abordagem de um determinado conteúdo científico. Isso pode ser observado no seguinte relato da professora (P7): *“Elaborei um curso no ano passado denominado "Pensando o Ambiente" para abordar a questão dos Resíduos. Foram ao todo dez encontros extraclasse com alunos de oitavo ano, com cada encontro tendo uma diferente metodologia, incluindo, inclusive, as visitas. Mais do que falar sobre a definição e destinos dos resíduos, pensamos sobre todo o impacto das cadeias produtivas e do consumo na problemática. O resultado foi excelente [...]. Então, acho que podemos pincelar questões que estimulem o raciocínio e a reflexão nos alunos, em*

diversos temas, principalmente, os relacionados ao meio ambiente e saúde”.

Nessa fala, a professora relata sobre a possibilidade de estudar um conteúdo científico por meio de um planejamento estruturado (público-alvo; número de aulas; conteúdo; metodologia; estratégias de ensino), o que contribui, em nossa interpretação, para uma aprendizagem significativa. Percebemos em sua fala que os alunos podem participar, refletir e discutir situações mais amplas daquelas que envolvem o conteúdo.

Em consonância com a literatura, Viveiro e Diniz (2009, p. 28) afirmam que quando bem planejado, as visitas podem “substituir a sala de aula por outro ambiente, natural ou não, onde existem condições para estudar as relações entre os seres vivos ali presentes, incluindo a interação do homem nesse espaço, explorando aspectos naturais, sociais, históricos, culturais, entre outros”.

e) Ensino por investigação (2.2.9)

Com relação a esse tipo de estratégia, o ensino por investigação recebeu três votos para o grau 3 – muito relevante e sete votos para o grau 4 - extremamente relevante. Por exemplo, a professora (P5) destaca que essa abordagem “*coloca o aluno em evidência, favorecendo sua autonomia e criando espaços para expressão e reflexão*”.

Em concordância com a literatura, Carvalho (2018) ressalta que o ensino por investigação envolve a análise e a resolução de situações-problemas e incentiva os alunos a se engajarem ativamente na busca por respostas, com o intuito de desenvolver autonomia, pensamento crítico, habilidades de comunicação, leitura, escrita e a construção do conhecimento científico. Para a professora (P7) é importante “*mostrar aos alunos como se dá o pensamento científico ao estimular o questionamento, a experimentação e a investigação*”.

É um processo de ensino interessante, no qual o aluno assume o papel de protagonista ao buscar uma solução para o problema em questão. Carvalho (2018) também destaca que, durante esse processo, é possível a ocorrência de erros como um elemento essencial no ensino. Esses momentos se tornam oportunidades para que o professor oriente os alunos a refletir sobre a natureza do conhecimento científico, sua suscetibilidade a críticas e possíveis modificações em contextos específicos. É possível identificar alguns desses elementos na declaração do professor (P4) ao descrever os componentes de uma educação científica crítica: “*participação ativa, questionamentos, formulação de hipóteses para explicar os fenômenos, experimentação*

para testar as hipóteses, e reflexão e discussão dos resultados, incluindo os resultados incorretos”.

Ao participarem de investigações, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) defendem essa estratégia como um meio eficaz para o desenvolvimento dos estudantes. Segundo esses autores, a abordagem investigativa estimula uma compreensão significativa dos conceitos, exigindo a superação do reducionismo conceitual, uma vez que aspectos conceituais, procedimentais e axiológicos interagem entre si. Além disso, de acordo com Sasseron e Carvalho (2011, p. 72), por meio dessa abordagem, “os alunos são capazes de compreender e discutir os significados dos assuntos científicos, aplicando-os no entendimento do mundo”.

f) Método científico (2.2.21)

O método científico foi uma estratégia apontada com três votos para o grau 3 – muito relevante e sete votos para o grau 4 - extremamente relevante no desenvolvimento de uma educação científica crítica. A professora (P12) propõe as seguintes etapas em seu ensino de ciências para construção do conhecimento: *“Observação de fenômeno/realidade/acontecimento; elaboração de perguntas/questionamentos; desenvolvimento de hipóteses sobre o fenômeno; pesquisa bibliográfica ampla e em diversos recursos; experimentação sobre o fenômeno; análise dos resultados de forma crítica, considerando diversas informações, contextos e critérios rigorosos definidos; discussão e validação das hipóteses e construção de conhecimento, por explicação relacional”.*

Na discussão das características do método científico, observamos pela fala da professora que os alunos entram em contato com o fenômeno, caminham pelas etapas que compõem o método, sendo estimulados e orientados a construir o conhecimento científico. Refletindo com alguns autores, entendemos que na prática da cultura científica, as intervenções podem ser feitas de forma crítica e não simplesmente por uma metodologia para produção de dados (ATAIDE; SILVA, 2011; CORDEIRO; MAGALHÃES, 2017). Nesse caso, vemos que a professora, para além de chegar a uma conclusão (conhecimento construído), ela estimula os alunos a desenvolverem o senso crítico na análise de diferentes informações para construção do conhecimento.

Arelado as etapas do método científico, em consonância com a literatura (TENREIRO-VIEIRA, 2004), entendemos, também, que algumas das ações propostas pela

professora (P12) tais como a de formular questões; elaborar argumentos embasados; avaliar a credibilidade das fontes pesquisadas e realizar leitura crítica de diversos gêneros textuais fazem referência ao desenvolvimento do pensamento crítico.

g) Estudo de caso (2.2.12)

O estudo de caso teve três votos para o grau 3 – muito relevante e seis votos para o grau 4 - extremamente relevante no desenvolvimento de uma educação científica crítica. Apoiando-nos em Abreu et al. (2015) para realizarmos a discussão dessa estratégia, os autores apontam que o estudo de caso promove um “gradual desenvolvimento dos estudantes, em termos de habilidades de trabalho em grupo, pesquisa, argumentação, comunicação oral e tomada de decisão”, sendo essa estratégia “[...] favorável à aprendizagem de conceitos e a constituição da autonomia dos alunos” (p. 30).

Ventura (2007) e, também, Meirinhos; Osório (2016) complementam, dizendo que essa estratégia se caracteriza como uma atividade de investigação, em que “não existe descoberta de conhecimento [...], mas sim, a construção do conhecimento” (p. 51). Dessa forma, temos o entendimento de que essa estratégia tem o caráter holístico, favorecendo a realização de generalizações e interpretações constantes.

Como exemplo de trabalho e possibilidades com o estudo de caso, a professora (P2) considera que a partir de “*possíveis situações*”, pode-se desenvolver “*debates*” (P2). Entendemos que a proposição de atividades que envolvam a discussão em sala de aula estimula os alunos a colocarem suas ideias. Nesse espaço de diálogo, os alunos podem analisar e confrontar os diferentes argumentos propostos, possibilitando uma tomada de decisão.

Nesse entendimento, evidenciamos a fala da professora (P6) ao acrescentar que além dos debates, ela favorece “[...] *leitura e análise de textos científicos, buscando a compreensão e a relevância de tais conhecimentos para o cotidiano dos alunos*”. Ela ainda faz “*discussão, questionamentos, respeitando a opinião dos alunos e demonstrando, com base na ciência, o que motivou o resultado final da questão*” (P6).

Por esses resultados, o estudo de caso leva os alunos a se envolverem com as situações-problemas por meio de análises, interpretações, discussões e reflexões, favorecendo o desenvolvimento de um pensamento reflexivo e crítico para tomada de decisões, o que em nossa compreensão dialoga com a literatura (ABREU et al., 2015).

Para esses autores (ABREU et al., 2015, p. 15), o estudo de caso leva “a construção de uma visão crítica, reflexiva, necessária à tomada de decisão, sendo esta, fundamentada em argumentos de natureza técnica, científica, social, ética, entre outras, relevantes ao processo de formação cidadã”. Abreu et al., (2015, p. 15) complementam dizendo que: “o método de estudo de caso, no ensino de ciências, em harmonização com as abordagens CTS e EpS [Educação para Sustentabilidade], reflete essa necessidade vigente, possibilitando um maior envolvimento e participação ativa dos estudantes no desenvolvimento e na solução do caso”.

h) Aulas práticas com relatórios científicos (2.2.3) e os experimentos (2.2.5)

Com relação às aulas práticas com relatórios científicos e experimentos, ambas as estratégias receberam quatro votos para o grau 3 - muito relevante e cinco votos para o grau 4 - extremamente relevante. Um exemplo é o caso do professor (P8), que destaca a possibilidade de desenvolver uma educação científica crítica por meio do “*desenvolvimento de experimentos que possam trazer perguntas e simular situações de campo e/ou laboratório*”. Para a professora (P3), o desenvolvimento de uma educação científica crítica poderia se dar caso o “*aluno pudesse colocar a mão na massa, fazer mais experimentos e discuti-los e ter um contato inicial com artigos científicos*”.

Pela abordagem dos professores (P3 e P8), ao incorporar atividades práticas/experimentais nas aulas de ciências, eles destacam as oportunidades de promover uma educação científica crítica ao aproximar os alunos da cultura científica e tecnológica. Essa abordagem visa tornar o ensino de ciências curioso e interessante, uma vez que os conteúdos abordados podem simular situações do cotidiano. Nesse contexto, os professores têm a possibilidade de proporcionar aos alunos a participação em atividades desenvolvidas por seres humanos em um contexto sócio-histórico específico, ampliando a compreensão de que a ciência é uma atividade humana não neutra.

Essa interpretação se complementa com a fala da professora (P2) ao dizer que espera que “*os estudantes relacionem a ciência com os conhecimentos que envolvem o seu cotidiano e sejam críticos quando precisar*”. Assim, o desenvolvimento da perspectiva crítica pode ocorrer, também, nas “*aulas de práticas experimentais, quando se utiliza o método científico, discute o erro e incentiva o levantamento de hipóteses e a discussão dos resultados*”. Desse modo, nas aulas práticas, o trabalho vai além das demonstrações, visto que, a professora (P2)

estimula a vivência de uma cultura científica e a discussão dos resultados.

Na vivência de uma cultura científica, ressaltamos a importância de o processo de produção do conhecimento científico e tecnológico ser apropriado de forma crítica pelos alunos, “de modo que efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como cultura” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 34). Desse modo, podemos considerar que o ensino de ciências tem a função de possibilitar o acesso a essa cultura, dado que se pode consolidar a educação para a cidadania, aproximando os estudantes da participação da construção coletiva de uma sociedade democrática e emancipatória.

Consideramos que as etapas praticadas nas aulas práticas como o levantamento de hipóteses, a discussão e a avaliação dos resultados, favorece o exercício em termos de “resolução de problemas e tomada de decisão a nível pessoal e profissional” e que é próprio do pensamento crítico, conforme apontado na literatura (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 1).

Na perspectiva de análise e discussão de resultados, baseados na concepção de um pensamento crítico, consideramos que os alunos podem fazer os registros de seu trabalho de campo na forma de um relatório científico, conforme apontado pelos professores, o que torna possível, o desenvolvimento da capacidade de argumentação. Nesse sentido, as ações de orientação aos alunos no processo de pesquisa, interpretação e sistematização dos resultados em um relatório torna possível a capacidade em promover o desenvolvimento de competências tais como a da leitura, escrita, oralidade, argumentação e comunicação (CORDEIRO; MAGALHÃES, 2017). Demo (2010) complementa que o aluno pode

[...] dentro de suas limitações naturais, exercitar textos científicos, com o objetivo de tornar-se capaz de produção própria, o que lhe permite continuar aprendendo e se atualizando a vida toda. Uma coisa é absorver conteúdos, outra, bem diferente, é reconstruí-los, investindo neste processo alguma originalidade (DEMO, 2010, p. 16).

Portanto, na “realização da atividade científica, que requer a análise de procedimentos e resultados científicos, bem como a aplicação e integração de informação, são necessários tantos os conhecimentos como as capacidades de pensamento crítico” (TENREIRO-VIEIRA, 2004, p. 1).

Os resultados deste estudo apontam para duas interpretações. A primeira interpretação

é que as estratégias de ensino mencionadas pelos professores são caracterizadas por ações que visam promover o questionamento, a reflexão, a interpretação, a comunicação e a contextualização dos conteúdos científicos em situações reais, com ênfase no exercício da cidadania.

Vimos que essas estratégias são apresentadas, em alguns momentos, dentro de um contexto interdisciplinar, favorecendo a interação com os outros. Além disso, os alunos são incentivados a desenvolver um papel ativo na construção do conhecimento, como forma de promover o protagonismo estudantil. Os dados revelam que essas estratégias de ensino em ciências fornecem suporte para o desenvolvimento de habilidades e capacidades nos alunos, incluindo o pensamento crítico. Tendo em conta todas essas observações, podemos supor que as escolhas das estratégias refletem uma abordagem de ensino de ciências baseada no enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade).

Uma segunda interpretação é que os professores parecem manifestar uma visão empirista que persiste, mesmo que esteja acompanhada de uma preocupação por uma educação científica mais crítica. Essa visão empirista se torna evidente ao considerarem estratégias de ensino, tais como a realização de aulas práticas com a escrita de relatórios científicos e o desenvolvimento do método científico.

Essas estratégias, embora possam ser valiosas para a aprendizagem científica, também refletem uma abordagem tradicional em que o foco está na experimentação e na obtenção de resultados concretos. A ênfase na realização de aulas práticas e na escrita de relatórios científicos pode limitar as oportunidades para uma compreensão mais ampla da ciência, que inclua a análise crítica, a reflexão sobre o método científico e a contextualização dos resultados dentro de um contexto social mais amplo.

Portanto, é importante que os professores considerem complementar essas estratégias com abordagens que promovam uma visão mais crítica da ciência, incentivando os alunos a questionar, debater e considerar as implicações sociais e éticas do conhecimento científico. Dessa forma, poderão oferecer uma educação científica mais abrangente e capacitadora, preparando os alunos para enfrentar os desafios complexos e interdisciplinares do mundo contemporâneo.

Diante do exposto, percebemos que o ensino de ciências se torna significativo ao aluno quando as estratégias apontadas se configuram como caminhos de compreender a realidade em

que se inserem, de tal modo que se possam promover o desenvolvimento de habilidades e competências requeridas pela sociedade contemporânea. Para Silva e Videira (2020, p. 1062), “se todas as disciplinas são ministradas [...] com a finalidade instrumental de aumentar o índice de aprovação nos exames admissionais, não haverá espaço para o florescimento de um ambiente intelectual plural” e interessado. Eles reforçam ainda que se deve “cativar para a experimentação; formar para a apreciação não utilitária das teorias; promover o diálogo entre as muitas áreas do conhecimento”, levando em consideração que estes “são desafios fundamentais em tempos de pós-verdade, em que as escolas estão cheias de jovens expostos a notícias falsas e movimentos negacionistas.

Por fim, depois de analisarmos as estratégias didáticas, mais adiante, no item denominado boas práticas de ensino de ciências, mostraremos como os professores vão relacionar suas visões com os métodos de ensinos, adotando estratégias didáticas para o desenvolvimento de uma educação científica crítica.

III) Boas práticas no ensino de ciências para uma educação científica crítica

Nesse terceiro e último aspecto do segundo eixo, entendemos que as práticas no ensino de ciências envolvem as visões dos professores sobre educação científica crítica (abordadas no eixo 1 - Princípios, finalidades e importância da ECC) e os métodos e as estratégias de ensino adotados por eles (aspecto I e II do eixo 2 - Metodologias e Abordagens). Compreendemos que o adjetivo “boas” retrata a coerência entre visões e metodologias no tocante ao desenvolvimento de conteúdos, habilidades, pensamento e ação. Caso contrário, se houver uma incoerência entre visão e prática, destacamos a necessidade de adequação para que o ensino de ciências possa desenvolvido na perspectiva de uma formação científica crítica.

Diante disso, entendemos que os professores possuem um papel fundamental no ensino. Para isso, eles devem ir além do campo de especialidade³¹, apresentar competência do conhecimento e da prática e ter sensibilidade ética e consciência política. Em diálogo com a literatura, alguns autores especificam o entendimento sobre trabalho docente:

³¹ Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 15) consideram que ir além do campo de especialidade é utilizar “o conhecimento elaborado das ciências, das artes, da filosofia, da pedagogia e das ciências da educação como ferramenta para a compreensão e a proposição do real”.

O trabalho docente está impregnado de intencionalidade, pois visa à formação humana por meio de conteúdos e habilidades, de pensamento e ação, o que implica escolhas, valores, compromissos éticos. Isso significa introduzir objetivos de natureza conceitual, procedimental e valorativa, em relação aos conteúdos da matéria que ensina; transformar o saber científico ou tecnológico em conteúdos formativos; selecionar e organizar conteúdos de acordo com critérios lógicos e psicológicos, em função das características dos alunos e das finalidades do ensino; utilizar métodos e procedimentos de ensino específicos, inserindo-os em uma estrutura organizacional em que participe de decisões e ações coletivas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 16).

Nesse sentido, o trabalho docente se materializa quando os professores, possuindo conhecimentos, métodos e estratégias didáticas, colocam em prática aquilo que visam desenvolver com seus alunos nos âmbitos conceituais, procedimentais e axiológicos. Embora existam algumas interferências nesse processo, deixamos para discutir e refletir no eixo 4 – problemas/desafios da ECC.

Percebemos em nosso estudo que os professores expressam planejamento, execução e reflexão acerca dos métodos e estratégias adotados para promover boas práticas de ensino voltadas ao desenvolvimento da educação científica crítica. Evidenciamos que eles possuem o objetivo de “*formar cidadãos críticos*” (P1), com capacidades de escrita, “*leitura e análise de textos científicos*” na busca por “*compreensão dos conhecimentos no cotidiano dos alunos*” (P6), o que permitirá “*que ele tome melhores decisões para si e para o outro, colaborando para o bem-estar de todos e todas*” (P5).

Essas interpretações vão ao encontro do que Pasquarelli e Oliveira (2017, p. 194) problematizam, nos levando a refletir sobre a finalidade das práticas docentes através de um questionamento:

[...] você gostaria que seus alunos adquirissem habilidades como: identificar e levantar problemas, conhecer a realidade em que vivem e fazer provisionamentos globais, levantar hipóteses, identificar a presença dos conteúdos científicos no cotidiano, participar e intervir em questões sociais, buscar conhecimentos por meio de estudos diversos, pesquisar em livros, debater, pesquisar na internet, conjecturar hipóteses, discutir essas hipóteses, trabalhar coletivamente ou apenas que ele saiba reproduzir ou citar um conceito ou conteúdo da forma que ele fora descrito no livro ou na lousa? (PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017, p. 194).

Ao analisarmos os resultados apresentados até o momento, fica evidente que os professores mencionam métodos e estratégias que incentivam os alunos a questionarem,

refletirem e se envolverem ativamente, permitindo que construam conhecimento por meio de seu protagonismo e postura participativa em relação ao que estão estudando e vivenciando. Isso ressalta que o ensino de ciências vai muito além da simples reprodução ou citação de conceitos e conteúdos encontrados nos livros.

Nesse sentido, veremos que se destaca nas práticas pedagógicas dos professores no desenvolvimento de uma educação científica crítica, o desejo de proporcionar aos estudantes um ambiente de aprendizagem estimulante, no qual seja possível criar oportunidades de engajamento ativo na construção do conhecimento científico, conectando-os às suas próprias experiências e da realidade que os cerca.

Entendemos que, da forma como os professores mencionam, eles podem incentivar o desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação efetiva nos alunos. Através desse processo, os estudantes têm a oportunidade de construir uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos científicos, aplicando-os em situações reais. Dessa forma, os professores têm a possibilidade de valorizar uma abordagem de aprendizagem ativa, colaborativa e contextualizada, capacitando os estudantes a se tornarem cidadãos críticos e participativos, preparados para enfrentar os desafios complexos do mundo contemporâneo de forma eficaz.

De que maneira os professores podem oferecer essa educação? Em relação ao desenvolvimento de uma educação científica crítica, em nosso estudo, apresentamos aos professores 18 afirmações (ver APÊNDICE 5), das quais 17 receberam um consenso de mais de 75% e foram destacadas no Quadro 12.

Quadro 12: Boas práticas no ensino de ciências.

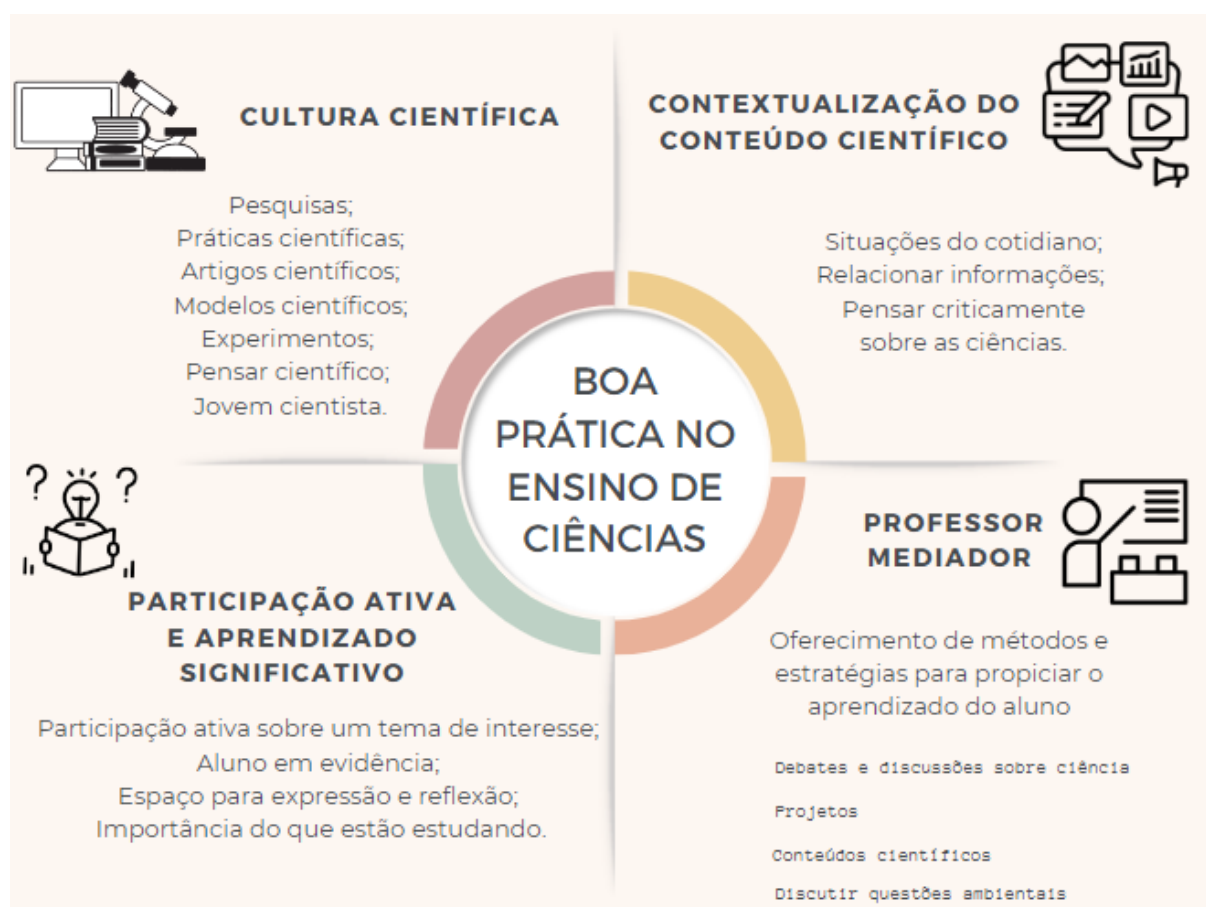
2.3.1. Inclui pesquisas sobre determinado tema, com possibilidade de simular situações de campo e/ou laboratório. 100% de consenso
2.3.2. Oportuniza a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento sobre um tema de interesse ao trazer questionamentos, levantar hipóteses, realizar experimentos, discutir ideias, ouvir o outro, interagir com os colegas, realizar pesquisas, analisar e refletir sobre os resultados. 100% de consenso
2.3.3. Oferece oportunidades de criação de um projeto para ajudar e envolver a comunidade. 91% de consenso
2.3.4. Coloca o aluno em evidência e favorece sua autonomia ao abrir espaços para expressão e reflexão. 100% de consenso
2.3.5. Incorpora debates e discussões sobre a importância e o impacto da ciência na vida das pessoas, refletindo sobre as problemáticas que as envolvem em nível local, regional e mundial. 100% de consenso
2.3.6. Trabalha os conteúdos científicos. 82% de consenso
2.3.7. Discute questões relacionadas aos problemas ambientais. 82% de consenso
2.3.8. Percebe a importância do que estão estudando. 100% de consenso
2.3.9. Favorece a atuação do professor como mediador. 91% de consenso
2.3.10. Leva o aluno a compreender a importância das pesquisas, refletindo sobre os porquês e as finalidades das práticas científicas. 100% de consenso
2.3.11. Propicia o aprendizado do aluno independente dos recursos utilizados. 91% de consenso
2.3.12. Introduz um contato inicial com artigos científicos. 91% de consenso
2.3.13. Promove discussões para compreensão dos modelos científicos, favorecendo a construção da criticidade e levando o aluno a refletir sobre os resultados dos experimentos e os motivos de tal modelo ser refutado ou aceito. 100% de consenso
2.3.14. Instiga o pensamento, muda a perspectiva do olhar do aluno, associa com situações do cotidiano, tornando o ensino mais atrativo e mais próximo ao aluno. 100% de consenso
2.3.15. Estimula os alunos a relacionarem informações, favorecendo a construção de uma base sólida de conhecimento para pensar criticamente as Ciências e extrapolando este hábito para outros aspectos de sua vida. 100% de consenso
2.3.16. Incentiva a autonomia no processo do pensar científico para a formação inicial de jovens cientistas. 82% de consenso
2.3.18. Analisa ou pesquisa informações a partir das necessidades cotidianas dos alunos para depois aprofundar os conteúdos mais acadêmicos. 91% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como podemos observar no quadro 12, identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 82% a 100% (**destaque em vermelho**) do total de 11 respondentes.

A partir do quadro 12, elaboramos um esquema visual daquilo que interpretamos ser uma boa prática no ensino de ciências para os professores. Entendemos que os professores estão atentos a favorecer oportunidades de: cultura científica; contextualização dos conteúdos científicos; participação ativa do aluno e promoção de um aprendizado significativo e a mediação do professor (Figura 10).

Figura 10: Elementos que configuram uma boa prática docente.



Fonte: Elaborada pela autora (2023)

Com relação a cultura científica, os professores levantam as possibilidades de: **incluir pesquisas sobre determinado tema, com possibilidade de simular situações de campo e/ou laboratório (2.3.1); levar o aluno a compreender a importância das pesquisas, refletindo sobre os porquês e as finalidades das práticas científicas (2.3.10); introduzir um contato**

inicial com artigos científicos (2.3.12); promover discussões para compreensão dos modelos científicos, favorecendo a construção da criticidade e levando o aluno a refletir sobre os resultados dos experimentos e os motivos de tal modelo ser refutado ou aceito (2.3.13); incentivar a autonomia no processo do pensar científico para a formação inicial de jovens cientistas (2.3.16).

Ao analisarmos essas cinco afirmativas, identificamos um aspecto comum: a importância da cultura científica e tecnológica como parte integrante da alfabetização em ciências, especialmente relacionada ao desenvolvimento do pensamento científico. Segundo os professores, essa inserção poderia ocorrer por meio de atividades como pesquisas e simulações, contato com artigos científicos, discussões sobre modelos científicos e estímulo ao pensamento científico.

Nesse sentido, os professores destacam a relevância de proporcionar aos alunos experiências que os aproximem da prática científica, permitindo que explorem fenômenos e investiguem questões científicas de forma ativa e participativa. Além disso, a abordagem de artigos científicos oferece a oportunidade de perceberem estudos atuais e estabelecerem conexões com algumas situações da realidade.

Outro aspecto ressaltado pelos professores é a discussão sobre modelos científicos, que possibilita aos alunos compreenderem como as teorias e conceitos científicos são construídos, questionados e refinados ao longo do tempo. Isso contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a compreensão da natureza da ciência.

Por fim, o estímulo ao pensar científico é apontado como uma estratégia fundamental. Ao desafiar os alunos a formular perguntas, buscar evidências, analisar dados e propor explicações fundamentadas, eles são incentivados a adotar uma postura reflexiva e a desenvolver habilidades essenciais para a prática científica.

Essas abordagens, conforme destacadas pelos professores, permitem a inserção da cultura científica e tecnológica de forma significativa no processo de alfabetização em ciências, promovendo o desenvolvimento do pensamento científico e preparando os alunos para enfrentar os desafios e demandas da sociedade contemporânea.

Um exemplo dessa inserção da cultura científica nas aulas de ciências pode ser ilustrado pela fala da professora (P12) em que ela explica que *“fazer ciência, de verdade, já implica em ter um pensamento crítico, questionador, que busque por fazer as perguntas certas e tentar*

encontrar respostas. [...] Para isso, os alunos precisam aprender a questionar e fazer as perguntas certas, relacionar conhecimentos diferentes de forma inter e transdisciplinar, compreendendo contextos sociais, midiáticos, econômicos, ambientais, e de outros vários tipos”.

Na opinião da professora (P12), evidenciamos a incorporação da cultura científica e tecnológica por meio do estímulo ao pensamento científico, estabelecendo conexões entre diferentes contextos, de modo que os alunos sejam capazes de compreender o mundo por meio de uma perspectiva científica. A expressão “*fazer ciência, de verdade*” faz referência a outro trecho de sua fala em que ela menciona que “*uma educação científica crítica deveria instigar os estudantes a não se conformarem com o básico, a sempre se questionarem, tentarem ver outros pontos de vista, investigarem as coisas e refletir criticamente sobre as informações*”.

O professor (P8) reforça a importância do pensamento científico, destacando que uma prática eficaz no ensino de ciências é “*estimular a autonomia no processo de desenvolvimento do pensamento científico, contribuindo para a formação inicial de jovens cientistas*”. Ao incentivar a autonomia no processo de pensamento científico, os estudantes são incentivados a explorar, experimentar e colaborar, criando uma base sólida para o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais. Isso não apenas contribui para a formação de jovens cientistas, mas também fomenta a curiosidade, a criatividade e a capacidade de lidar com desafios complexos, preparando os alunos para se tornarem cidadãos críticos e engajados em um mundo cada vez mais científico e tecnológico.

Por essas falas (P8, P12), entendemos que o estímulo à autonomia e ao pensamento científico dos alunos poderia promover uma abordagem de aprendizagem que vai além da mera transmissão de informações, promovendo o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, análise e resolução de problemas.

Outro elemento que caracteriza uma boa prática no ensino de ciências é a contextualização dos conteúdos científicos. Segundo os professores, a perspectiva de contextualização é realizar uma aproximação dos conteúdos científicos com situações conhecidas pelos alunos para favorecer melhor entendimento. Nas duas afirmativas, os professores destacam a prática de **instigar o pensamento, mudar a perspectiva do olhar do aluno, associar com situações do cotidiano, tornando o assunto mais atrativo e mais próximo ao aluno (2.3.14); estimular os alunos a relacionarem informações, favorecendo**

a construção de uma base sólida de conhecimento para pensar criticamente as ciências e extrapolando esse hábito para outros aspectos de sua vida (2.3.15).

Ao fazer a interpretação dessas duas afirmativas, entendemos que os professores concordam que o desenvolvimento de uma educação científica crítica se faz ao realizar aproximações da ciência aos alunos, sensibilizando-os para aquisição de conhecimentos a partir de sua realidade. Por exemplo, no contexto de pandemia do Covid-19, a professora (P7) julga *“ser ainda mais importante possibilitar aos alunos, o desenvolvimento da habilidade em relacionar o conteúdo com situações do dia a dia e interpretar informações”*. Já o professor (P8) parece ter a percepção de que a *“concepção de vida”* é inerente ao desenvolvimento dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Ele (P8) diz que os estudantes devem ter o *“reconhecimento de processos que ocorrem no seu dia a dia, como a manutenção da saúde por meio do desenvolvimento de pesquisas, na produção de conhecimento do mundo etc.”*

Conforme apontado em estudos conduzidos por Leite e Radetzke (2017), a concepção de contextualização no ensino de ciências muitas vezes se limita a meros exemplos, entendimento ou informações do cotidiano. Essa abordagem pode ser considerada simplista ou reducionista, já que os professores apenas estabelecem uma conexão entre o conhecimento científico e a realidade dos alunos. Chassot (2001) argumenta que, ao contextualizar, os professores podem acreditar que estão facilitando a aprendizagem, mas, frequentemente, acabam introduzindo informações que não se relacionam com a vida do aluno. Em diálogo com Pavão (2008), o ensino de ciências deve:

“promover a formação de cidadãos capazes de perceber a ciência em todas as suas dimensões: como fonte de prazer, de transformação da qualidade de vida e das relações entre os homens, mas, também, enquanto um processo histórico e social que ao lado dos benefícios pode gerar controvérsias e oferecer riscos à sua vida, à vida da comunidade e ao meio ambiente e que deve, por isso, estar submetida à constante avaliação ética e política” (PAVÃO, 2008, p. 191).

A contextualização deve vir no sentido de entendimento crítico para compreensão de problemas sociais e de intervenção na sociedade. Por exemplo, a professora (P9) considera que *“uma pessoa com pensamento crítico não acredita em tudo o que ouve e vê, para fazer sentido para ela as coisas precisam ter uma boa fundamentação”*. Nesse sentido, a professora (P12) reforça que uma educação científica crítica deve *“instigar os estudantes a*

não se conformarem com o básico, a sempre se questionarem, tentarem ver outros pontos de vista, investigarem as coisas e refletir criticamente sobre as informações”.

Tal resultado foi apontado, também, por especialistas da área de educação em ciências em um estudo feito por Freitas et al. (2019), em que eles entendem que “os conteúdos escolares contextualizados podem ajudar a promover discussões sobre as dimensões ética, socioeconômica e política do desenvolvimento científico e tecnológico, além de contribuir para análise crítica de informações científicas divulgadas nas diferentes mídias” (FREITAS et al., 2019, p. 12).

Com isso, consideramos que a participação ativa do aluno na construção do conhecimento se amplia quando ele consegue **perceber a importância do que estão estudando (2.3.8)**. O crescente aumento no interesse na ciência pode levar ao desenvolvimento de um aprendizado significativo. Destacamos a fala de uma professora (P9) sobre sua visão de boa prática com relação à participação ativa dos alunos: *“a boa prática da educação científica de modo crítico vem da ampla participação dos alunos na construção do conhecimento, como quando eles pedem para discutir sobre um tema de interesse, ou sobre quando se percebe maior envolvimento de uma turma com determinado assunto”*. Para ela, o engajamento dos alunos favorece o desenvolvimento de aulas mais dialogadas, facilitando o processo de construção do conhecimento científico.

Os professores, também, buscam **oportunizar a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento sobre um tema de interesse ao trazer questionamentos, levantar hipóteses, realizar experimentos, discutir ideias, ouvir o outro, interagir com os colegas, realizar pesquisas, analisar e refletir sobre os resultados (2.3.2)**. Nessa afirmativa, podemos compreender que, de forma geral, os professores concordam que o engajamento pode ser estimulado através do método científico (ver aspecto II - Estratégia de ensino - método científico). Destacamos a fala de um professor (P8) ao considerar a *“voz ativa dos estudantes para que os mesmos possam elaborar hipóteses, sugerir mudanças, argumentar, questionar etc.”*. Entendemos que essa estratégia, também, pode **colocar o aluno em evidência e favorecer sua autonomia ao abrir espaços para expressão e reflexão (2.3.4)**.

Por esses resultados, compreendemos que proporcionar a participação dos alunos no processo educativo visa o desenvolvimento da tomada de decisão no exercício da cidadania, distanciando, dessa forma, do mito da superioridade das decisões tecnocráticas, o qual está

assentado na visão cientificista da ciência conforme destacado por Santos (2007b). Podemos perceber que a visão crítica de ciência dos professores está pautada em um ensino que problematiza, questiona, reflete e dialoga, em uma perspectiva ensino e aprendizagem que promove o repensar e o transformar da realidade.

Nesse sentido, a mediação dos professores é um aspecto de grande relevância no ensino e aprendizado dos alunos. Os professores problematizam os conhecimentos científicos, por meio de métodos e estratégias de ensino, para favorecer o aprendizado dos alunos. Os professores entendem que *“atuando como mediadores, conseguem levar o aluno a compreender a importância das perguntas, das hipóteses, das experiências ou pesquisas que possam levar às possíveis respostas das perguntas feitas”* (P1). Nessa fala, entendemos que os professores propiciam aos alunos métodos e estratégias para construção do conhecimento científico, contribuindo para o seu aprendizado, importante para o desenvolvimento de habilidades na atividade científica.

Complementamos que essa mediação se orienta pela percepção crítica ao trabalhar os conteúdos de ciências. Por exemplo, uma professora (P7) diz: *“sempre que possível, busco trabalhar temas Biológicos polêmicos e palpáveis (como células tronco, distúrbios alimentares, impactos ambientais) de forma mais crítica, que permita os alunos opinarem e pensarem sobre o assunto”*. Outro professor (P8) menciona que tenta *“ao máximo desenvolver uma educação científica crítica, pois crê que ela seja uma abordagem fundamental para: a valorização e reconhecimento da ciência; o conhecimento de mundo dos estudantes, a iniciação à ciência, crítica e aperfeiçoamento da ciência”*.

No exemplo de práticas docentes, os professores mencionaram que buscam **oferecer oportunidades de criação de um projeto para ajudar e envolver a comunidade (2.3.3)**. No desenvolvimento de projetos e divulgação à comunidade, uma professora (P1) destaca que isso *“favorece novas experiências de aprendizagem aos alunos”*, o que coincide com dados da literatura, ao dizer que a escola *“precisa se abrir para famílias, comunidade e para a sociedade de um modo geral”* (PAVÃO, 2008, p. 191). De acordo com esse autor (PAVÃO, 2008, p. 191), entendemos que essas experiências de aprendizagem poderiam ser descritas em termos da *“exploração ativa, do envolvimento pessoal, da curiosidade, do uso dos sentidos e do esforço intelectual na formulação de questões e na busca de soluções de problemas do cotidiano ou da sociedade”*.

Os professores apontaram outras três ações para o desenvolvimento de uma boa prática de ensino: **incorporar debates e discussões sobre a importância e o impacto da ciência na vida das pessoas, refletindo sobre as problemáticas que as envolvem em nível local, regional e mundial (2.3.5); trabalhar os conteúdos científicos (2.3.6); discutir questões relacionadas aos problemas ambientais (2.3.7); propiciar o aprendizado do aluno independente dos recursos utilizados (2.3.11).**

Algumas das ações presentes nas afirmativas podem ser observadas na fala de um professor (P8) é quando ele realiza *“discussões/debates que envolvam a importância e impacto da ciência na vida das pessoas e em todas as esferas da sociedade”* ou quando promove *“reflexão sobre as problemáticas que envolvam a ciência, em nível local, regional e mundial como falta de financiamento, descrença, conservadorismo, machismo, racismo, elitismo e demais opressões e problemas envolvidos”*.

Nesse caso, o professor demonstra percepção sobre a importância do desenvolvimento do conhecimento em diferentes dimensões para promoção de discussões e reflexões, o que vai além de apenas transmitir o conteúdo. Reconhecemos que tais ações envolvem necessariamente uma mudança da práxis educativa dos professores conforme apontado por Muline e Sousa (2020).

A promoção de um Ensino de Ciências que realmente forme cidadãos mais preparados para enfrentarem as necessidades do dia a dia e quem sabe, estimule o interesse dos alunos para seguirem as carreiras científicas depende certamente da revisão de nossas práticas pedagógicas (MULINE; SOUSA, 2020, p. 180).

Assim, a compreensão das concepções dos professores de Ciências sobre educação científica crítica e das estratégias didáticas adotadas são pertinentes nesse contexto, tendo em vista o objetivo de:

[...] ensinar Ciências visando o bem-estar social; ensinar Ciências por meio da problematização da concepção de Ciência e do conhecimento científico; ensinar Ciências assumindo o caráter interdisciplinar do conhecimento; ensinar Ciências por meio da contextualização do conhecimento científico frente a questões sociais, éticas, políticas, econômicas, científicas e culturais (GOMES, 2015, p.72).

Por esses resultados, retomamos aqui, a coerência entre aquilo que os professores

apresentam de pressupostos teóricos com as metodologias propostas aos alunos. Neste estudo, vemos que os princípios dos professores de ciências estão ancorados no pensamento crítico, dentro de uma abordagem CTS e ACT, para o desenvolvimento do conhecimento científico e tomadas de decisão mais assertivas.

No contexto pedagógico, essas abordagens visam auxiliar os professores a lidarem com questões relacionadas à compreensão de uma visão de mundo abrangente e complexa. Isso implica em adquirir uma compreensão relevante, coerente e transparente nos aspectos culturais, políticos, econômicos, sociais, filosóficos e científicos (GOMES, 2015). Nesse sentido, é fundamental que os professores desenvolvam uma perspectiva crítica em relação ao ensino de ciências, a fim de superar concepções tradicionais e posturas acríticas. É necessário afastar-se de abordagens baseadas exclusivamente na racionalidade técnica, que não promovem uma reflexão aprofundada sobre os conteúdos e a forma como são ensinados.

Ao adotar métodos e estratégias didáticas que coadunam com o enfrentamento de problemáticas no momento presente, elas confluem para o desenvolvimento de boas práticas. Concordamos com Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 13) de que “as transformações das práticas docentes só se efetivarão se o professor ampliar sua consciência sobre a própria prática, a de sala de aula e a da escola como um todo, o que pressupõe os conhecimentos teóricos e críticos sobre a realidade”. Assim, para lidar com situações complexas, “um destaque se faz propício de ser realizado no que se refere a predisposição docente que o impulsiona à mudança de mentalidade, de paradigma e de percepção necessária para o desenvolvimento de práticas pedagógicas” (GOMES, 2015, p.85) mais bem sucedidas para o ensino que se deseja.

4.3 Análise e interpretação do eixo 3: Problemas e desafios da educação científica crítica

No terceiro eixo, **problemas e desafios**, apresentamos aos professores 19 afirmativas referentes as interferências nas práticas docentes e que vão de encontro com a perspectiva de uma educação científica crítica (ver APÊNDICE 5). Apenas uma afirmativa apresentou consenso maior que 75% e esta se encontra destacada no quadro a seguir (Quadro 13).

Quadro 13: Problema/desafio que dificulta o desenvolvimento de uma educação científica crítica.

3.1.1. Demandas curriculares a cumprir. 82% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como podemos observar no quadro, identificamos que o consenso atingido na única afirmativa apresentada pelos professores foi de 82% (destaque em vermelho) do total de 11 participantes. Entendemos que a educação científica, numa perspectiva crítica (ECC) desempenha um papel relevante na formação de cidadãos capazes de compreender e analisar de maneira reflexiva os aspectos científicos que permeiam suas vidas. Contudo, os professores frequentemente se deparam com desafios na implementação dessa educação em decorrência do cumprimento de demandas curriculares. Neste contexto, é essencial explorar as principais barreiras e buscar soluções para avançar na construção de uma sociedade mais cientificamente informada.

Ao abordar os desafios relacionados à efetiva implementação da Educação Científica Crítica (ECC) na prática, a professora (P7) ressalta a sobrecarga de conteúdos no ensino de ciências e a complexidade associada à tarefa de abordá-los de forma mais crítica no tempo disponível: *“a grande quantia de conteúdo que precisamos abordar, faz com que, muitas vezes, as informações precisem ser passadas de forma mais direta e passiva. Com o acréscimo de conteúdos de Física e Química nos anos iniciais do Fundamental II imposto pela BNCC, acredito que o conteúdo ficou ainda mais corrido”*. Essa professora (P7) acrescenta que em decorrência das mudanças curriculares propostas pela BNCC, *“as proporções que foram colocadas, tornaram o ensino mais técnico e menos crítico”*.

O caráter técnico, também, é discutido pelo professor (P11): *“boa parte do tempo é gasto com aprendizagem de conteúdos pouco necessários à boa parte das pessoas. Poderíamos ensinar menos conteúdos de interesse puramente acadêmico e trabalhar mais com questões práticas e de interesse e uso de maior parte da população”*.

O que se percebe é uma quantidade cada vez mais volumosa para cumprir em um pequeno intervalo de aula, o que impõe restrições quanto ao ensino dos conteúdos; à reflexão da complexidade envolvida na produção do conhecimento e, também, para a transposição

didática, na qual, os professores, não só simplificam, mas, também, podem excluir outro tanto de conhecimentos significativos.

Outro fator está relacionado a estrutura curricular que, muitas, vezes, é inflexível, dificultando a incorporação de conteúdos relacionados à ECC e criando barreiras para implementação de práticas mais inovadoras. Por exemplo, a estruturação dos currículos não leva em consideração as condições reais de ensino dos professores e de sua autonomia para escolha de conteúdos e métodos mais ativos.

Essa situação torna-se evidente ao analisarmos o relato da professora (P5) que descreve a problemática: *“o sistema como um todo, ao engessar currículos tanto em nível estadual (Currículo do Estado de São Paulo) como em nível nacional (BNCC) não favorece a autonomia de professores e alunos para a seleção de conteúdos e de métodos mais ativos de ensino. Tratando especificamente do estado de São Paulo, a realidade é que as aulas de Ciências da Natureza são em número infinitamente menor que as aulas de Língua Portuguesa e Matemática. Além disso, neste ano [2020] entrou em vigor o projeto de Escola de Tempo Integral, bem como uma alteração na grade curricular com a entrada das disciplinas eletivas. Isso fez com que as aulas passassem de 50 minutos para 45 minutos cada uma. Em meu caso, no Ensino Médio, dou duas aulas por semana para cada turma e estas aulas não são ‘coladas’. Dou uma aula em um dia e outra aula em outro dia. Com pouco tempo e este tipo de configuração, realmente a Educação Científica Crítica é quase uma utopia”*.

Para enfrentar esses desafios, apostamos em soluções baseadas na formação continuada dos professores. Refletindo as falas dos professores, entendemos que, enquanto responsáveis pela formação crítica dos sujeitos, é necessário dar novos sentidos para os conteúdos dispostos nos currículos escolares. Além disso, consideramos relevante estimular a participação de professores em atividades de pesquisa e atualização profissional, as quais contribuem para a manutenção de currículos alinhados às últimas descobertas científicas. Nesse sentido, a literatura apresenta que:

Nesse cenário, o professor, enquanto intelectual, pode se valer do papel para questionar e provocar reflexões, desvelar possibilidades, construir novos itinerários de raciocínio para o aprendizado e reafirmar o compromisso com os conhecimentos científicos sem ignorar os atravessamentos socioculturais que interpelam os cotidianos escolares (AZEVEDO; BORBA, 2020, p. 1566).

Para enfrentar essas problemáticas, uma professora (P5) levanta a discussão de que poderia haver a participação dos alunos na “*construção coletiva de currículos e, posteriormente, de conceitos*”. Nisso, ela (P5) sugere que “*os currículos deveriam possibilitar que os alunos escolhessem determinados temas para serem estudados. É fundamental que o estudante se identifique minimamente com os conteúdos para que se sintam impelidos a participarem e, assim, aprenderem melhor.*”

Indo ao encontro do que fala a literatura, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) sugerem uma programação e um planejamento escolar. Nesse caso, os autores apontam para necessidade de os professores (e não os alunos) articularem os temas (e não os conceitos) a serem trabalhados no processo educativo para promover a compreensão científica dos alunos. Esses autores entendem que:

[...] definidos os temas com os quais a escola trabalhará, os professores, partindo dos conceitos, relações, modelos e teorias de sua área de conhecimento e deles fazendo uso, procuram melhor compreender o tema analisado. Ao mesmo tempo, é identificada a conceituação da qual o aluno precisa se apropriar, para uma compreensão cientificamente compartilhada do tema. Fica estabelecida, então, uma seleção de conhecimentos que vão compor o rol de conteúdos programáticos escolares (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2009, p. 274).

Entendemos que isso seria uma das alternativas para romper com o sentido de aulas que são passadas de maneira corrida, direta e passiva (P7), com caráter técnico (P11) e que dificilmente iria alcançar a perspectiva crítica (P5, P7). A opção de articular os temas nas escolas pela equipe de professores poderia favorecer o desenvolvimento de aulas com base na dimensão dialógica e problematizadora para apropriação dos conhecimentos científicos pelos educandos.

Consideramos que isso balizaria estudos por toda equipe, de tal modo que o desafio possa ser problematizado, enfrentado e superado. Portanto, há necessidade de mudança de cultura e abertura de consciência das instâncias superiores e das escolas para favorecer o progresso e a qualidade no processo educativo para o ensino de ciências na perspectiva de uma educação científica crítica.

4.4 Análise e interpretação do eixo 4: Avanços da educação científica crítica no contexto escolar

No quarto eixo, temos a apresentação e interpretação das respostas dos professores de ciências relativas aos **avanços**. Esses avanços são entendidos como um reconhecimento pelos professores acerca dos alcances já conquistados por eles no contexto escolar para a promoção de uma educação científica crítica. Foi apresentado aos professores **oito afirmativas** (ver APÊNDICE 5) e seis delas obtiveram o consenso maior que 75%. Portanto, fizemos a seleção dessas afirmativas, destacando-as no Quadro 14.

Quadro 14: Avanços que promovem uma educação científica crítica no contexto escolar.

4.1.2. A proposição de projetos extracurriculares. 82% de consenso
4.1.3. A discussão de questões atuais. 91% de consenso
4.1.5. O reconhecimento de um espaço de respeito mútuo e interação entre os pares. 82% de consenso
4.1.6. Ao desenvolvimento de trabalhos em conjunto com os pares. 91% de consenso
4.1.7. Ao apoio da direção e coordenação. 82% de consenso
4.1.8. A percepção de interesse dos alunos. 91% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Como podemos observar no quadro 14, identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 82 a 91% (**destaque em vermelho**) do total de 11 participantes.

Ao realizar uma análise qualitativa desses resultados, consideramos que a primeira (4.1.2) e a segunda (4.1.3) afirmativas estão relacionadas, uma vez que possuem aspectos em comum ao desenvolvimento de um currículo de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Na primeira afirmativa (4.1.2), os professores apontam para o desenvolvimento de **projetos extracurriculares** no contexto escolar, os quais podem ser feitos a partir de “*uma única disciplina ou em parceria com outras áreas do conhecimento*” (P9) com o intuito de “*trabalhar os conteúdos científicos*”, associados aos “*aspectos econômicos, históricos e sociais*” (P10).

Na segunda afirmativa (4.1.3), os professores buscam pela **discussão de questões atuais**, podendo abordar assuntos relacionados ao tema principal do trabalho. Uma professora busca “*trabalhar temas biológicos polêmicos e palpáveis (como células tronco, distúrbios alimentares, impactos ambientais) de forma mais crítica, que permita os alunos*

opinarem e pensarem sobre o assunto” (P7).

Por esses dados, entendemos que o desenvolvimento das atividades citadas pelos professores se fundamenta em melhorar a formação dos estudantes para cidadania, pois estimula o protagonismo juvenil, oferecendo a eles, oportunidades de construir seu conhecimento e desenvolver habilidades tais como a de analisar e interpretar informações; identificar problemas; intervir e participar nas ações cotidianas de forma responsável (PASQUARELLI; OLIVEIRA, 2017).

Os professores consideram, também, que o desenvolvimento de tais atividades favorecem a contextualização dos conteúdos científicos no cotidiano dos alunos, tendo em vista que *“os conteúdos inerentes à Biologia”* podem ser *“contextualizados com a prática social”* (P10).

Portanto, podemos dizer que as estratégias utilizadas pelos professores para desenvolver seu trabalho se enquadram dentro de uma abordagem de currículo CTS e, dessa forma, as ações podem ser consideradas avanços de uma educação científica crítica, no contexto escolar.

Nas duas afirmativas seguintes (4.1.5 e 4.1.6), entendemos que os professores reconhecem que *“o grupo discente tende a acompanhar o professor, quando a aula se torna um espaço de respeito mútuo e interação entre os pares”* (P6). Somado isso, os professores deste estudo, também, mencionam o **desenvolvimento de trabalho em conjunto com os pares** e, dessa forma, entendemos que eles buscam estabelecer um diálogo entre as disciplinas para favorecer o aprendizado dos alunos. Na literatura, tanto o diálogo disciplinar (BONIL; PUYOL, 2005; CALAFELL; BONIL, 2007) quanto a interdisciplinaridade (GERHARD; FILHO, 2012; MULINE; SOUSA, 2020) são aspectos de uma educação científica e que, no nosso entendimento, caracterizam-se como avanços dentro de uma perspectiva crítica.

Os professores reconhecem uma atitude de **interesse** (4.1.8) e *“maior participação dos alunos”* (P1). Nesse caso, o reconhecimento desses aspectos pelos professores se caracteriza como avanço promotor de uma educação científica crítica, pois percebendo essa postura nos alunos, os professores buscam diversificar suas estratégias de ensino para favorecer o engajamento e a aprendizagem discente como, por exemplo, *“quando eles [alunos] pedem para discutir sobre um tema de interesse, ou sobre quando percebe-se maior envolvimento*

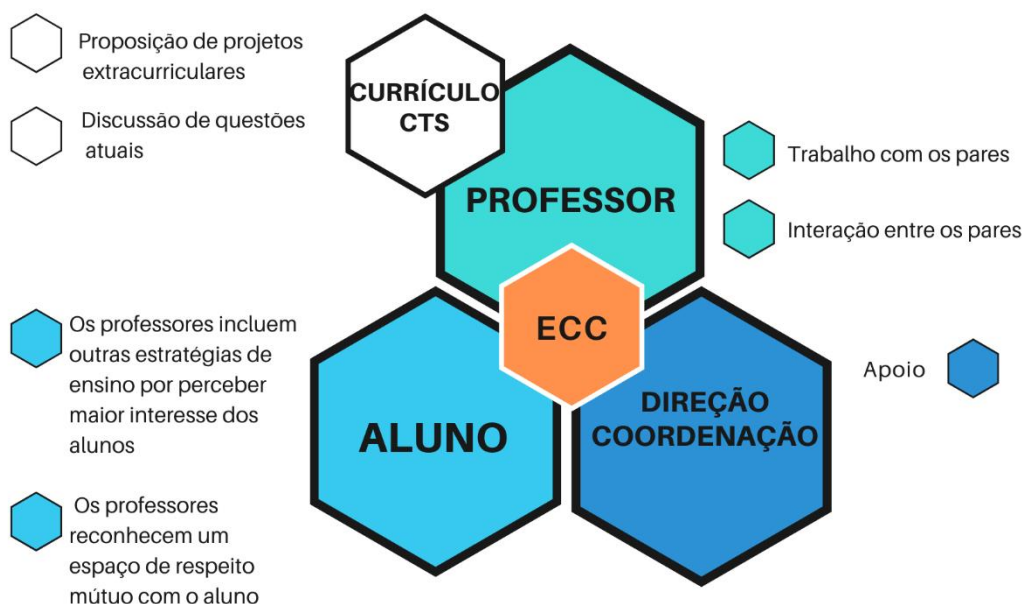
de uma turma com determinado assunto e pode-se então usar mais recursos, como pesquisas, trabalhos expostos, discussões e vídeos na internet” (P9).

Quanto à afirmativa 4.1.7, os professores participantes levaram em consideração que o trabalho pedagógico pode ser mais bem desenvolvido quando há o **apoio da direção e coordenação**. Nesse sentido, compreendemos que existe uma relação dialógica horizontal entre a gestão escolar e os professores, a qual oportuniza uma maior participação dos envolvidos nas decisões referentes aos processos escolares e na resolução de problemas.

A Figura 11 ilustra um esquema feito pela pesquisadora como demonstração do entendimento acerca da relação entre professores, alunos e direção/coordenação para o desenvolvimento da ECC (hexágono laranja). Quanto aos professores, se destaca o trabalho e a interação com os pares (hexágono verde-água) e que pela interdisciplinaridade se proporciona ao aluno, maior entendimento de um assunto trabalhado.

Ainda com relação à figura 11, vemos que os professores conduzem o seu ensino ancorado em um currículo CTS, sendo que há proposição de projetos extracurriculares e discussão de questões atuais (hexágonos brancos). O reconhecimento pelos professores de posturas de interesse e espaço de respeito mútuo com os alunos (hexágono azul claro) contribuem na inserção de outras estratégias de ensino pelo docente para o processo de aprendizagem. Por fim, o apoio da direção e coordenação (hexágono azul escuro), também, se torna fundamental no desenvolvimento de uma educação científica crítica.

Figura 11: Sujeitos que contribuem para o desenvolvimento de uma educação científica crítica.



Fonte: Elaborada pela autora (2023).

Neste estudo, os professores parecem encontrar apoio para seu ensino com base em um currículo CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). Além disso, eles reconhecem a importância do diálogo e da colaboração por parte dos alunos, professores e direção/coordenação. Essa relação colaborativa entre os envolvidos pode impulsionar avanços significativos na promoção de uma educação científica crítica.

Ao valorizar o diálogo, os professores possibilitam a troca de ideias, questionamentos e perspectivas entre alunos, fortalecendo a construção do conhecimento de forma coletiva. A abertura ao diálogo permite que diferentes visões sejam consideradas e debatidas, fomentando o pensamento crítico e a reflexão sobre as temáticas científicas abordadas.

Além disso, a colaboração entre os alunos, professores e a direção/coordenação proporciona um ambiente propício para o desenvolvimento de projetos e atividades conjuntas. Essa colaboração estabelece um elo entre os diferentes atores educacionais, permitindo a integração de diferentes saberes e competências, enriquecendo a experiência de ensino-aprendizagem. Por exemplo, o professor (P10) diz que tem a possibilidade de desenvolver um trabalho com os propósitos da ECC, pois na escola em que trabalha “os professores

desenvolvem trabalhos em conjunto, tem o apoio da direção e coordenação e os alunos demonstram interesse”.

Assim, essas práticas colaborativas e dialogadas, respaldadas pelo currículo CTS, contribuem para a promoção de uma educação científica crítica. Os estudantes são encorajados a questionar, investigar e analisar as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, desenvolvendo um olhar crítico em relação aos avanços científicos e preparando-os para serem cidadãos conscientes, atuantes e capazes de compreender o mundo ao seu redor.

4.5 Análise e interpretação do eixo 5: Valorização da educação científica pelos governantes e familiares

Por fim, no quinto e último eixo, os professores falam sobre a percepção que tem sobre os **familiares e governantes** ao considerar se eles gostariam/entendem ou não a importância de uma educação científica crítica na escola. Apresentamos 16 afirmativas aos professores (ver APÊNDICE 5), das quais apenas seis obtiveram o consenso maior que 75%. Portanto, fizemos a seleção dessas afirmativas, destacando-as no Quadro 15.

Quadro 15: Valorização da educação científica crítica pelos governantes e familiares.

5.1.1. A educação científica crítica não é prioridade. Enquanto a educação, como um todo, não for reconhecida como direito e patrimônio, poucas coisas vão mudar em termos de investimentos e valorização. 82% de consenso
5.1.2. Percepção da escola pública por uma formação de mão de obra barata e não pensante. 82% de consenso
5.1.6. Alguns pais entendem a importância do ensino e de formarmos cidadãos críticos, pois entendem que essa formação é essencial no desenvolvimento futuro da sociedade. 82% de consenso
5.1.11. Alguns pais não ensinam seus filhos a lidarem com frustrações e desafios, e dizem preferir atividades que exijam mais de memória e repetição para que os filhos possam ir melhor (alcançando notas maiores). 82% de consenso
5.1.12. Parte dos pais entende a importância e parte não compreende ou nem tem ideia sobre o que seria uma educação científica crítica. 91% de consenso
5.1.16. O governo atual, em nível federal, não deseja uma educação científica crítica e fica evidente seu desinteresse numa educação de qualidade, haja visto que tanto o presidente quanto o próprio ministro da educação proferem discursos conservadores, contra as universidades públicas, as maiores produtoras de conhecimento científico do país, e defendem as ideias contrárias à ciência. 82% de consenso

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

Como podemos observar no quadro 15, identificamos que o consenso atingido nas afirmativas foi de 82 e 91% (**destaque em vermelho**) do total de 11 participantes.

Nas falas, evidenciamos dois posicionamentos dos professores quanto à percepção de valorização à educação científica crítica pela sociedade (familiares e governantes). Quanto às famílias, os professores consideram que uma pequena parcela se coloca a favor da formação científica (**5.1.6 - alguns pais entendem a importância do ensino e de formarmos cidadãos críticos, pois entendem que essa formação é essencial no desenvolvimento futuro da sociedade; 5.1.12 - parte dos pais entendem a importância da ECC**), ou seja, os professores percebem que os pais se importam com a preparação de vida de seus filhos.

Para a professora (P5) é *“a educação que busca oferecer aos estudantes conhecimentos científicos que podem tornar-se argumentos para a busca de uma sociedade mais justa. Trata-se de um tipo de empoderamento do cidadão pela ciência, o que temos constatado nestes últimos tempos ser mais do que necessário.”* A educação científica crítica desempenha um papel fundamental na formação intelectual e no posicionamento dos alunos diante dos acontecimentos cotidianos. Ela capacita os estudantes a tomarem decisões críticas, conscientes e coerentes com o contexto em que estão inseridos, permitindo-lhes questionar e se contrapor aos discursos de grupos ultraconservadores e concepções autoritárias.

A maior parcela de posicionamentos dos professores demonstra que as famílias desconhecem ou não querem uma educação científica crítica (**5.1.11 – alguns pais não ensinam seus filhos a lidarem com frustrações e desafios, e dizem preferir atividades que exijam mais de memória e repetição para que os filhos possam ir melhor, alcançando notas maiores; 5.1.12 – parte dos pais não compreende ou nem tem ideia sobre o que seria uma educação científica crítica**). Como exemplo, a professora (P7) conta que chegou a ser questionada por diversos pais de alunos *“por realizar atividades mais críticas e desafiadoras”*. Esses posicionamentos evidenciam a falta de compreensão de alguns pais sobre a importância da educação científica crítica, o que estaria indo contra ao desenvolvimento do pensamento crítico, da resolução de problemas e da capacidade de lidar com desafios.

As afirmativas dos professores quanto aos governantes refletem a postura destes de desinteresse e aversão à educação científica. Para os professores, **o governo, em nível federal, não deseja uma educação científica crítica e fica evidente seu desinteresse numa educação de qualidade, haja visto, que tanto o presidente quanto o próprio ministro da educação proferem discursos conservadores contra as universidades públicas, as maiores produtoras de conhecimento científico do país e defendem ideias contrárias à ciência**

(5.1.16).

Como exemplo, destacamos a fala do professor (P8): *“O governo atual [Jair Messias Bolsonaro], em nível federal, publicamente enfatiza isso, cortando financiamento ou no próprio discurso conservador que o tem”*. Corroborando com essa fala do professor, um estudo feito por Freitas et al. (2019) com especialistas da área de educação em ciências, ao se referirem sobre o desinvestimento no sistema educacional, sem uma intervenção sistêmica. Esses estudiosos percebem a *“presença de políticas parceladas e precárias, com baixo investimento financeiro, denotam que muitas das decisões políticas são orientadas por interesses econômicos que reforçam o status quo e, muitas vezes, deixam à margem projetos mais inclusivos”* (FREITAS et al., 2019, p. 763).

Os professores concordam que **a educação científica crítica não é prioridade (5.1.1)** e a maioria acredita que os governantes não têm a intenção de formar cidadãos preparados para o exercício na sociedade. Uma professora (P3) concorda que *“uma população menos crítica é mais fácil de ser manipulada”*.

A professora (P6) complementa dizendo: *“os governantes, me parece que eles temem a formação crítica dentro das escolas, pois quando formamos cidadãos capazes de pensar, analisar e agir de forma crítica, diminuimos a chance de as pessoas serem manipuladas através de troca de favores, de compra de votos”*. Por fim, a professora (P12) destaca sua visão: *“Os governantes atuais [Jair Messias Bolsonaro]³², em sua maioria não querem pessoas críticas e pensantes. Isso porque, pessoas críticas questionam e não aceitam qualquer coisa. Eles querem passividade e concordância”*

Nesse sentido, os professores entendem que **enquanto a educação, como um todo, não for reconhecida como direito e patrimônio, poucas coisas vão mudar em termos de investimentos e valorização (5.1.1)**. Para os professores, a ciência não é percebida pela população como uma das dimensões que fazem parte da vida humana e por não ser da sua cultura, torna-se mais difícil participar das decisões técnico-científicas.

Interpretamos que essa ‘falta de cultura’ é decorrente do histórico e do ensino vivido no Brasil, em que a desigualdade na distribuição de ciência (conhecimento) e tecnologia contribuiu para que população tomasse a ideia de que a educação científica não é para todos,

³² O governo atual que os professores se referem tem relação com o governo do presidente Jair Messias Bolsonaro, com mandato entre 2019 e 2023.

assim, não é importante saber. Em diálogo com a literatura, é possível compreender que “a produção científica e tecnológica atual ainda não está acessível à maior parte dos cidadãos brasileiros, evidenciando, também, nesse âmbito, uma desigualdade na distribuição das riquezas produzidas no país” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 241).

Para Zancan (2000, p. 3), “os benefícios da ciência são [...] distribuídos assimetricamente entre países, grupos sociais e sexos”, da mesma forma que as tecnologias. Para esse autor, “mais da metade da população mundial está apta a adotar essas tecnologias para produção e consumo e o restante corresponde a regiões tecnologicamente excluídas. A maioria dessas regiões está nos trópicos e imersas na pobreza” (ZANCAN, 2000, p. 3).

Podemos entender que diante essa desigualdade fica muito mais difícil a população se apropriar e perceber a ciência como cultura, o que gera falta de confiança naquilo que é desconhecido ou distante. Desse modo, a desigualdade social gera distribuição desigual de ciência e tecnologia, bem como contribui para o aumento da crise da confiança na ciência. Vemos isso na fala de uma professora (P6): *“o excesso de fake news e achismos acabam atrapalhando um pouco, quiça muito, o trabalho desenvolvido dentro da escola. Ciências são feitas através da análise de dados, de muito estudo e de muito engajamento dos envolvidos, porém, infelizmente, existe uma corrente muito forte, negando todo o trabalho educativo. Tudo que foi estudado, comprovado e aceito durante anos, está sendo destruído pelo achismo de leigos”*. A professora (P9) complementa dizendo que *“os governantes querem mão de obra alienada, isso faz com que fique mais fácil os influenciar”*.

Nos anos de governo do presidente Jair Messias Bolsonaro vivemos um retrocesso de ganhos quanto aos incentivos à pesquisa, à ciência e à educação. A falta de vontade política e de implementação de mudanças, atrelado à postura anti ciência e disseminação de notícias falsas ganharam forças e vimos uma desvalorização social crescer frente às informações científicas e cientistas renomados.

Em tempos de crises severas, nenhuma escola poderá estar plenamente a salvo da relativização da realidade objetiva, da banalização do conhecimento científico por meio de uma guerra de narrativas e da negação da ciência. Mas certamente as escolas mais atingidas serão aquelas sem um ambiente intelectual plural e crítico, sem uma cultura de cultivo da ciência. Quanto mais utilitário e produtivista for o espaço escolar, maior será a sua fragilidade, e mais seus alunos poderão ser cooptados por narrativas obscurantistas que disseminam pós-verdade,

espalham notícias falsas e negam o conhecimento científico (SILVA; VIDEIRA, 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao retomarmos o objetivo geral desta tese, temos a intenção de analisar o que pensam os professores de ciências sobre a educação científica, numa perspectiva crítica, no contexto escolar. Desse modo, pudemos organizar a visão dos professores em cinco eixos: i) Princípios, finalidades e importância da educação científica crítica; ii) Metodologias e Abordagens; iii) Problemas e desafios; iv) Avanços e v) Familiares e governantes.

O **primeiro eixo** é dividido em três aspectos. Para o primeiro aspecto, nos referimos aos princípios da educação científica crítica, pelos quais, pudemos perceber que os professores referenciam suas visões em torno de suas práticas docentes, tendo em vista que uma boa parte da fundamentação de seus conhecimentos se dá em torno de suas experiências docentes. A respeito do segundo aspecto, finalidades da educação científica crítica, os professores deste estudo apontam os fins aos quais dedicam o seu ensino de ciências, focando, principalmente, na formação protagonista do aluno. Os professores destacam a necessidade de utilizar os conhecimentos de uma forma crítica para que ele possa transformar, por meio de suas ações, a realidade em que vive. Sobre o terceiro e último aspecto, importância da educação científica crítica, os professores consideram a relevância de conhecer para se posicionar de forma crítica. Destacamos que os professores refletem sobre o cenário vivenciado durante a pandemia, considerando a educação científica crítica como fundamental a enfrentar o descrédito à ciência.

No **segundo eixo**, dividimos, também, em três aspectos: métodos de ensino, estratégias didáticas e práticas docentes. Quanto aos métodos de ensino em ciências para desenvolver uma educação científica crítica, os professores incentivam a promoção do protagonismo do aluno e realizam a mediação do conhecimento. Refletimos que essa mediação se dá por meio de um pensamento crítico dos professores, necessário a condução das aulas de ciências. Podemos levar em consideração que os professores ao desenvolverem uma educação científica crítica, eles realizam pelo viés da abordagem ciência-tecnologia-sociedade, fomentando a contextualização dos conteúdos científicos e discutir a produção do conhecimento. Os professores afirmam que levantam questionamentos com os alunos, estimulam o desenvolvimento de um pensamento crítico e reflexivo, favorecem a construção do conhecimento e buscam fazer aproximações e tornar o ensino mais compreensível.

A respeito das estratégias didáticas, os professores escolhem os recursos didáticos

segundo uma ordem de relevância (0 – nada relevante; 1 – pouco relevante; 2 – relevante; 3 – muito relevante; 4 – extremamente relevante). As estratégias destacadas com grau 3 e 4 se apresentam a seguir: **roda de conversa; trabalho com projetos; visitas; atividades interdisciplinares; aulas práticas com relatórios científicos; experimentos; ensino por investigação; estudo de caso e método científico.** Percebemos que a visão dos professores está próxima ao entendimento de uma educação científica crítica. Para tanto, eles levam em consideração a dinâmica do mundo atual, com o qual os alunos interagem, para que possam propiciar situações em que seja necessário ter uma postura mais atuante e crítica.

No **terceiro eixo**, problemas e desafios é possível identificar o consenso dos professores no que tange a dificuldade em realizar uma educação científica crítica. Assim, as demandas curriculares envolvem não somente a sobrecarga de conteúdo de ciências, mas, também, de exigências externas, tais como a pouca autonomia devido ao engessamento desses documentos. Uma alternativa seria a possibilidade de os professores participarem da seleção de temas e construção coletiva dos conteúdos que farão parte do plano de ensino docente.

No **quarto eixo**, temos a apresentação e interpretação das respostas dos professores de ciências relativas aos avanços. Esses avanços são entendidos como um reconhecimento pelos professores acerca dos alcances já conquistados por eles no contexto escolar para a promoção de uma educação científica crítica. Podemos considerar que o trabalho em conjunto (professor; alunos e gestão escolar) favorece a educação científica, na perspectiva crítica. A abordagem por meio da discussão de temas que despertam o interesse dos alunos é favorecida, sendo valorizada pelos professores como um elemento impulsionador das atividades em sala de aula.

No **quinto e último eixo**, os professores se posicionam frente a valorização da educação científica crítica pelos familiares e governantes. Entendemos que o consenso dos professores quanto aos familiares fica dividido entre dois posicionamentos: aqueles que entendem e querem uma educação científica crítica e aqueles que desconhecem ou preferem conteúdos que possam ser memorizados para ir bem nos exames. Já com relação aos governantes, os professores são unânimes em considerar que o governo federal não apresenta interesse à educação, por isso, realiza discursos que não valoriza o ensino; as escolas; os professores e a ciência.

Por esses resultados, podemos perceber que os professores apresentaram algumas

visões a respeito da educação científica crítica próximas ao que foi apresentado pela perspectiva dos especialistas da área de educação em ciências (FREITAS, 2018; FREITAS et al., 2018) e que podem ser resumidas adiante: i) fomento à contextualização dos conteúdos de ciências; ii) relação entre os diferentes conhecimentos de forma inter e transdisciplinar, com compreensão dos contextos sociais, midiáticos, econômicos, ambientais e de outros tipos; iii) discussão da natureza da ciência; iv) problematização e o debate com os alunos sobre o processo de produção do conhecimento; v) promoção de uma cultura científica.

Consideramos que a perspectiva dos professores de Ciências deste estudo parece aproximar-se de elementos que caracterizam a abordagem CTS, do paradigma da complexidade e de competências associadas ao pensamento crítico. Com isso, entendemos que a utilização de determinada metodologia tem relação com os pressupostos teóricos. Assim, quando os professores desejam por uma educação científica crítica, a escolha do método e da estratégia didática devem ter relação com o propósito de tal perspectiva, caso contrário, dificilmente alcançará tal objetivo.

Podemos destacar um movimento de mudança ao longo do tempo no tratamento das emergências necessárias à formação docente e ao ensino de ciências. Os especialistas da área de educação em ciências, num estudo feito por nós, já apontavam necessidades de reflexões na estrutura de ensino (FREITAS et al., 2019).

Pelo recorte da realidade em nosso estudo, na visão dos docentes, conseguimos notar que essas mudanças nas formações já vem se refletindo nas ações pedagógicas, haja visto o avanço frente as concepções obsoletas e visões distorcidas da ciência. É possível perceber um senso de compreensão, finalidade e importância da ciência, de motivação para contribuir com um ensino pautado na construção de uma postura ativa, crítica e consciente dos alunos para tomadas de decisões.

À guisa de reflexão, na posição de pesquisadora e professora, é oportuno incorporar e reforçar nas instituições e currículos de ensino, os propósitos e as finalidades de uma educação científica crítica, resgatando, também, a importância de seu papel no enfrentamento de tantos desafios vivenciados mundialmente, os quais tem condições de problematizar as pós-verdades, refletidas aqui, como desinformação, *fake news* e debates conservadores, de forma a impor e se opor ao caminho propagado por discursos e ações deixadas por grupos de pessoas com tendências relativas e irracionais dos movimentos anti-ciência e antidemocráticos.

Para nós, a educação científica proporciona a capacidade de discernir entre informações baseadas em evidências sólidas e meras opiniões ou crenças infundadas. Compreender como a ciência é conduzida, incluindo o método científico, a revisão por pares e a análise crítica dos resultados, permite que os indivíduos reconheçam a importância da pesquisa baseada em dados confiáveis.

Além disso, uma educação científica eficaz incentiva o pensamento crítico e questionador, permitindo que as pessoas investiguem e avaliem informações encontradas em diversas fontes. Isso é especialmente relevante em uma era em que as mídias sociais e a internet podem disseminar informações imprecisas e até mesmo falsas.

Ao promover a educação científica, podemos capacitar os indivíduos a participarem de discussões informadas sobre questões relevantes para a sociedade, como mudanças climáticas, saúde pública e tecnologia. Isso fortalece a democracia e a tomada de decisões coletivas baseadas em evidências, ao invés de preconceitos ou desinformação.

Portanto, investir em uma educação científica de qualidade é essencial para construir uma sociedade mais informada, responsável e capacitada a enfrentar os desafios complexos do mundo contemporâneo.

REFERÊNCIAS³³

- ABREU et al. Agrotóxicos: usá-los ou não? um estudo de caso no ensino de ciências. *Revista ENCITEC*, v. 5, n. 2, p. 19-34, 2015.
- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching. *STS education: International perspectives on reform*, v. 2, n. 12, p. 47-59, 1994.
- AGUIAR, B.; CORREIA, W.; CAMPOS, F. Uso da escala likert na análise de jogos. *Salvador: SBC-Proceedings of SBGames Anais*, v. 7, p. 2, 2011.
- ASENCIO-CABOT, E.C. La educación científica: percepciones y retos actuales. *Educación y educadores*, 20(2), 282-296. DOI: 10.5294/edu.2017.20.2.7
- ATAIDE, M.C.E.S.; SILVA, B.V.C. As metodologias de ensino de Ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. *HOLOS*, v. 4, p. 171-181, 2011.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)*, Belo Horizonte v. 5, n. 1, p. 68-83, June 2003.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. esp, 2007.
- AULER, D.; BAZZO, W.A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/01.pdf>
Acesso em 16 fev. 2019.
- 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, 2006. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/cts_relac_prof_cien_aule_del_2006.pdf Acesso em 16 fev. 2019.
- AZEVEDO, M.; BORBA, R.C.N. Educação em Ciências em tempos de pós-verdade: pensando sentidos e discutindo intencionalidades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1551-1576, 2020.
- BASSETS. M. O sentimento de perder o mundo, agora, é coletivo”. *El País*, 31.03.2019. https://brasil.elpais.com/brasil/2019/03/29/internacional/1553888812_652680.html. Acesso em 03.03.2023.
- BEHRENS, M. A.; JOSÉ, E. M. A. Aprendizagem por projetos e os contratos didáticos. *Revista Diálogo Educacional*, v. 2, n. 3, pp. 1-19. 2001.
- BERNARDO, T.H.P. *A entrada na carreira docente: o que dizem as narrativas de professores de Ciências e Biologia*. 2018. 169f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018.

³³ Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – [\[Formatação - Normas ABNT \(espm.br\)\]](http://www.abnt.org.br)

BONIL, J.; PUYOL, R. M. La Aventura de integrar la complejidad en la educación científica de la ciudadanía. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extra, VII Congreso, p. 1-4. 2005.

BULGRAEN, V.C. O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. *Revista Conteúdo*, Capivari, v. 1, n. 4, p. 30-38, 2010.

BRASIL. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Percepção pública da C&T no Brasil. Brasil, 2019. Disponível em < <https://www.cgee.org.br/web/percepcao>>. Acesso em 03 de jan 2023.

BROIETTI, F. C. D.; LEITE, R. F. Contextualização no ensino de ciências: compreensões de um grupo de professores em serviço. *Imagens da Educação*, v. 9, n. 2, p. 16-32, 16 set. 2019.

CACHAPUZ, A. et al. Superação das visões deformadas da ciência e da tecnologia: um requisito essencial para a renovação da educação científica. In: CACHAPUZ et al. *A necessária renovação do Ensino das Ciências*. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2005.

CALAFELL, G.; BONIL, J. El diálogo disciplinar como herramienta para diseñar islotes de racionalidad. *Encuentros Multidisciplinares*, n. 25, p. 1-6, 2007. Disponível em: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/679508/EM_25_7.pdf?sequence=1 Acesso em 16 fev. 2019.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://www.periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 8 jul. 2021.

CHARLOT, Bernard. *Educação ou barbárie? Uma escolha para a sociedade contemporânea*. Cortez Editora, 2020.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 2 ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2001.

_____. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Rev. Brasileira de Educação*, p. 89-100, 2003.

CHIOVATTO, M. O professor mediador. *Artes na escola, Boletim*, n. 24, 2000.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. *Research methods in education*. 6. ed. London: Routledge, 638 p., 2010.

CORDEIRO, A.A.; MAGALHÃES, T.M. A escrita do relatório científico na escola básica: o que dizem os professores?" *Veredas - Revista de Estudos Linguísticos*, vol. 21, no. 3, 2017, p. 359+. *Gale Academic OneFile*, link.gale.com/apps/doc/A540902041/AONE?u=capex&sid=AONE&xid=93903339. Acesso em 9 mar. 2021.

COSTA, S.L.R. et al. Pensamento crítico no ensino de Ciências e educação Matemática: Uma revisão bibliográfica sistemática. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.26 (1), pp. 145-168, 2021. Disponível em [PENSAMENTO CRÍTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SISTEMÁTICA | Costa | Investigações em Ensino de Ciências \(ufrgs.br\)](https://www.ufrgs.br/revista-investigacoes-em-ensino-de-ciencias). Acesso em 02 jul. 2021.

CUNHA, R.B. Alfabetização científica ou letramento científico? Interesses envolvidos nas

interpretações da noção de scientific literacy. *Revista Brasileira de Educação*, v. 22, n. 68, p. 169-186, 2017.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M.M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 3ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, v. 4, n. 2, p. 247-273, 2011. Disponível em: https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/download/37690/28861&hl=ptBR&sa=T&oi=gsbga&ct=res&cd=0&d=10276247437166503216&ei=BoNYXK2WCZuxygSgq7GIDg&scisig=AAGBfm1NRCakFmioRUbw_doOUDZA8UQnfw. Acesso em 16 fev 2019.

DEMO, P. Educação científica. *Boletim Técnico do Senac*, v. 36, n. 1, p. 15-25, 19 ago. 2010.

DUARTE, V. N.; PIFFER, M. Caracterização Do Método Delphi: Aspectos Teóricos e Metodológicos. *Anais do Simpósio Latino-Americano de Estudos de Desenvolvimento Regional*, v. 2, n. 1, 2020.

FABRÍCIO, T.M.; FREITAS, D. Educação científica e o enfoque CTS: percepções de um grupo de professores de Ciências em formação inicial. *R. bras. Ens. Ci. Tecnol.*, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 38-56, jan./abr. 2020. Disponível [Educação científica e o enfoque CTS: percepções de um grupo de professores de Ciências em formação inicial | Fabrício | Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia \(utfpr.edu.br\)](http://www.uutfpr.edu.br/revista-bras-ens-ci-tecnol/). Acesso em 26 mar. 2021. Doi [10.3895/rbect.v13n1.8673](https://doi.org/10.3895/rbect.v13n1.8673)

FLICK, U. Pesquisa Qualitativa: Por que e como fazê-la? Aspectos essenciais da pesquisa qualitativa. In: FLICK, Uwe. *Introdução à pesquisa qualitativa*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. Cap. 2. p. 20-38.

FRANCELIN, M.M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. *Ciência da Informação*, v. 33, n. 3, 2004.

FREITAS, D. *Educação científica crítica e reflexiva: contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa*. São Carlos: UFSCar/Departamento de Metodologia de Ensino, 2016. 22 p. Projeto de Pesquisa FAPESP 2016/01972-4.

FREITAS, D. *Educação científica crítica e reflexiva: contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa*. São Carlos: UFSCar/Departamento de Metodologia de Ensino - Relatório Final do Projeto de Pesquisa Fapesp 2016/01972-4, 2018. 128 p.

FREITAS, D. et al. Educação científica crítica: As contribuições de especialistas da área. In: XII Jornadas Nacionales - VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología y VI Seminario Iberoamericano CTS y X Seminario CTS, 2018, Bernal, Buenos Aires. *Anais...Portugal: Universidade de Aveiro*, 2018. p. 1-15.

FREITAS, D. et al. Educação Científica Crítica: As Contribuições de Especialistas da Área. *Indagatio Didactica*, v. 11, n. 2, p. 751-770, 2019.

GERHARD, A.C. *A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio*. 2010. 149f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

GERHARD, A.C.; FILHO, J.B.R. A fragmentação dos saberes na educação científica escolar na percepção de professores de uma escola de ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, p. 125-145, 2012.

GIL-PEREZ, D. et al. A educação científica e a situação do mundo um programa de atividades dirigido a professores. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 9, n. 1, p. 123-146, 2003. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132003000100010&lng=en&nrm=iso. Acesso em 25 mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000100010>.

GIROUX, H.A. *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Porto Alegre: Artes Médicas. 270 p., pp. 157-164, 1997.

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

GOMES, A.T. et al. Ensino experimental: Implementando um plano de gerenciamento de laboratórios didáticos de química em uma instituição federal de educação, ciência e tecnologia. *Acta Biomedica Brasiliensia*, v. 6, n. 2, p. 97-115, 2015.

GOMES, L.S. *Práticas pedagógicas de professores formadores e abordagem CTS: O ensino de Ciências rumo a novas percepções neste século XXI*. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

GONZALEZ-WEIL, C. et al. La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM (Región de Valparaíso). *Estud. pedagóg.*, Valdivia, v. 38, n. 2, p. 85-102, Dec. 2012. Available from <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052012000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 24 junho de 2022. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052012000200006>.

GRANDISOLI, E.; JACOBI, P.R.; MARCHINI, S. *Pesquisa Educação e Pandemia do Covid-19*. USP Cidades Globais. Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020, 22p. Disponível em <http://www.iea.usp.br/pesquisa/projetos-institucionais/usp-cidades-globais/pesquisa-educacao-docencia-e-a-covid-19>. Acesso em 02 mar. 2021.

KNAKIEVICZ, T. Ensino de Ciências: um panorama multifocal. *Revista Sustinere*, v. 4, n. 1, p. 3-26, 2016.

KUBOTA, L.C. A infraestrutura sanitária e tecnológica das escolas e a retomada das aulas em tempos de Covid-19. Brasília: Ipea, jul 2020. *Nota Técnica Diset nº 70*. Disponível em https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=36068. Acesso em 02 mar. de 2021.

LEITE, F.; RADETZKE, F. S. Contextualização no ensino de ciências: compreensões de professores da educação básica. *Vidya*, v. 37, n. 1, p. 273-286, 2017.

LÓPEZ CERREZO, J.A. O conhecimento social da ciência empodera os cidadãos. *Revista Ciência e Cultura*, 70 (1), 2018.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU. 1986.

MAIA, R.; HERÉDIA, T.; COELHO, L. Educação brasileira está em último lugar em ranking de competitividade. CNN, São Paulo, 2021. Disponível em [Educação brasileira está em último lugar em ranking de competitividade | CNN Brasil](#). Acesso em 10 ago 2021.

MARTINS, J.C. Vygotsky e o papel das interações sociais na sala de aula: reconhecer e desvendar o mundo. *Série Idéias*, v. 28, p. 111-122, 1997.

MARQUES, J.B.V.; FREITAS, D. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. *Pro-Posições*, v. 29, n. 2, p. 389-415, 2018.

MEIRINHOS, M.; OSÓRIO, A. O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *EduSer-Revista de educação*, v. 2, n. 2, 2016. Disponível em [O estudo de caso como estratégia de investigação em educação | Eduser - Revista de Educação \(ipb.pt\)](#). Acesso em 17 jun. 2021.

MORA, M.G. El método Delphi. *In: Técnicas de investigación cualitativa en los ámbitos sanitario y sociosanitario*. Edición preparada por Jesús Manuel Tejero González – Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2021, cap. 3, p. 55-63.

MORAES, R. Análise de conteúdo. *Revista Educação*, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

_____. Uma Tempestade de Luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência e Educação*, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MULINE, L.S.; SOUSA, I.C.F. Práticas pedagógicas no ensino de Ciências dos anos iniciais da educação fundamental no contexto de uma escola municipal de Vitória/ES. *Horizontes-Revista de Educação*, v. 8, n. 15, p. 161-182, 2020. Disponível em [ARCA: Práticas pedagógicas no ensino de ciências dos anos iniciais da educação fundamental no contexto de uma escola municipal de Vitória/ES \(fiocruz.br\)](#). Acesso em 07 jul. 2021.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L.; MENDONÇA, V.M. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista histedbr on-line*, v. 10, n. 39, p. 225-249, 2010.

NASCIMENTO, R.M.L.L.; MÓL, G.S. A formação de professores de ciências: uma análise da sua atuação frente aos desafios e inovações do mundo moderno. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 15834-15845, 2020.

NOVAIS, A.et al. Pesquisa: Educação escolar em tempos de pandemia na visão de professores da Educação Básica. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Cátedra UNESCO sobre Profissionalização Docente Fundação Carlos Chagas, *Informe nº1*, São Paulo, Brasil, 2020. Disponível em <https://www.fcc.org.br/fcc/educacao-pesquisa/educacao-escolar-em-tempos-de-pandemia-informe-n-1> . Acesso em 02 mar. 2020.

OSBORNE, J.et al. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community, *Journal of Research in science teaching*, vol. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

PALHARES, I. Brasil é um dos poucos países que não aumentaram recursos para educação na pandemia. *Folhapress*, São Paulo, SP, 2021. Disponível em [Brasil é dos poucos países que não aumentaram recursos para educação na pandemia \(msn.com\)](#). Acesso em 16 set. 2021.

PASQUARELLI, B.V.L.; OLIVEIRA, T.B. Aprendizagem baseada em projetos e formação de professores: uma possibilidade de articulação entre as dimensões estratégica, humana e sócio-política da didática. *Góndola, Enseñanza Y Aprendizaje De Las Ciencias (Bogotá, Colombia)*, v. 12, n. 2, p. 186-203, 2017.

PAVÃO, A.C. Ensinar ciências fazendo ciência. In: PAVÃO, A.C.; FREITAS, D. Quanta ciência há no ensino de ciências. São Carlos: SciELO-EdUFSCar, 2008 (p.15-23).

PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, W.A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 13, p. 71-84, 2007.

PIOVESAN, A.; TEMPORINI, E.R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. *Rev. Saúde Pública*, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 318-325, Aug. 1995. Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489101995000400010&lng=en&nr=iso. Acesso em 11 fev. 2021. <https://doi.org/10.1590/S0034-89101995000400010>.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 13, p. 141-156, 2007.

PRUDÊNCIO, C.A.V. et al. A perspectiva CTS na formação inicial de professores de Ciências e Biologia: o que dizem os especialistas da área. In: XII Jornadas Nacionales - VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología y VI Seminario Iberoamericano CTS y X Seminario CTS, 2018, Bernal, Buenos Aires. *Anais...* Portugal: Universidade de Aveiro, 2018. p. 1-11.

REGUANT-ÁLVAREZ, M.; TORRADO-FONSECA, M. El método Delphi. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9 (1), 87-102, 2016. DOI: 10.1344/reire2016.9.1916

REZENDE, F. et al. Qualidade da educação científica na voz dos professores. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v.17, n.2, p.269-288, 2011. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151673132011000200002&lng=pt&nr=iso. Acesso em 25 mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000200002>.

RODRÍGUEZ, A.S.M.; DEL PINO, J.C. O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 2, 2019. Disponível em <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/1294>. Acesso em 11 jan. 2021.

SAAVEDRA, J.; GROPELLO, E. COVID-19 e a crise de aprendizagem na América Latina e no Caribe: Como podemos prevenir uma tragédia?, 2021. Disponível em <https://blogs.worldbank.org/pt/education/covid-19-e-crise-de-aprendizagem-na-america-latina-e-no-caribe-como-podemos-prevenir-uma> . Acesso em jul.2021.

SANTOS, W.L.P. Contextualização no Ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, 2007a. Disponível em: <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaensino/article/view/149>. Acesso em 16 fev. 2019.

SANTOS, W.L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista brasileira de educação*, v. 12, n. 36, p. 474-492, 2007b.

SANTOS-PINTO, C.D.B.; MIRANDA, E.S.; OSORIO-DE-CASTRO, C.G.S. O “kit-covid” e o

- Programa Farmácia Popular do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, 2021.
- SANTOS, F.C.; SANTIAGO, O. P.; SILVA, E. L. Pensamento crítico e pensamento criativo: uma reflexão no ensino de ciências. *Anais eletrônicos do Colóquio Internacional "Educação e Contemporaneidade"*, p. 1-10, 2016.
- SASSERON, L.H.; CARVALHO, A.M.P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SILVA, B.V.C. A história e a filosofia da ciência no ensino médio: A visão dos futuros professores de física. *HOLOS*, [S.I.], v.1, p.155-167, mar.2011. Disponível em: [A HISTÓRIA E A FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: A VISÃO DOS FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA | Silva | HOLOS \(ifrn.edu.br\)](https://doi.org/10.15628/holos.2011.494). Acesso em 11 mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2011.494>.
- SILVA, V.C.; VIDEIRA, A.A.P. Como as Ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1041-1073, dez.2020. Disponível em [Vista do Como as Ciências morrem? Os ataques ao conhecimento na era da pós-verdade \(ufsc.br\)](https://ufsc.br). Acesso em 27 mar. 2021.
- SHAW, G.S.L. Os modelos didáticos de licenciandos em Ciências da natureza no estágio e as imbricações com suas concepções de natureza da ciência. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 13(2), 218-235, 2018. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.12443>.
- SOUSA, J.C.; INFANTE-MALACHIAS, M.E. Reflexões sobre os desafios para uma educação científica crítica no Brasil contemporâneo. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 10, n. 3, 2020.
- SOUSA, R.G.; BRITO, L.P. Controvérsias em experiências pedagógicas CTS/CTSA na formação inicial de professores de Ciências: o que dizem algumas dissertações e teses brasileiras? *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 12, n. 23, p. 85-102, 2015.
- SOUZA, A.S; VIEIRA, R.M. O pensamento crítico na educação em Ciências: Revisão de estudos no ensino básico de Portugal. *Rev. Fac. Educ. (Univ. do Estado de Mato Grosso do Sul)*, Vol. 29, Ano 16, nº1, p. 15-33, 2018. Disponível em [O PENSAMENTO CRÍTICO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: REVISÃO DE ESTUDOS NO ENSINO BÁSICO EM PORTUGAL | Sousa | Revista da Faculdade de Educação \(unemat.br\)](https://unemat.br). Acesso em 2 jul. 2021.
- SPONHOLZ, S. O professor mediador. *Revistas de Ciências Jurídicas e Sociais da UNIPAR*, v. 6, n. 2, 2003.
- STRIEDER, R. B. Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2012.
- STRIEDER, R.B.; KAWAMURA, M.R.D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.
- TENREIRO-VIEIRA, C. Produção e avaliação de actividades de aprendizagem de ciências para promover o pensamento crítico dos alunos. *Revista Iberoamericana de Educación*, v. 33, n. 6, p. 1-18, 2004. Disponível em [.PDF \(rieoei.org\)](https://rieoei.org). Acesso em 03 jul. 2021.
- TENREIRO-VIEIRA, C.; MARQUES-VIEIRA, R. *Promover o pensamento crítico dos alunos: Propostas concretas para a sala de aula*. Porto: Porto Editora, 2000.

_____. Promover o pensamento crítico em ciências na escolaridade básica: Propostas e desafios. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 15 (1), 36-49, 2019.

VELOSO, M.M.S.A. *O professor e a autoria no contexto da cibercultura: redes da criação no cotidiano da escola*. 2014. 280f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014.

VENTURA, M.M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. *Revista SoCERJ*, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007. Disponível em [o estudo de caso como modalidade de pesquisa.pdf](#). Acesso em 17 jun. 2021

VILLANI, A.; FREITAS, D. Estrutura disciplinar, estratégias didáticas e estilo docente: categorias para interpretar a sala de aula. *Reunião Anual da ANPEd*, 2001. Disponível em <https://www.anped.org.br/sites/default/files/15_estrutura_disciplinar_estrategias_didaticas_e_estilo_docente.pdf>. Acesso de 27 dez 2022.

VILELA, M.L.; SELLES, S.E. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1722-1747, 2020.

VIVEIRO, A.A.; DINIZ, R.E.S. As atividades de campo no ensino de ciências: reflexões a partir das perspectivas de um grupo de professores. *Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores [online]*. São Paulo: Editora UNESP e Cultura Acadêmica, 2009a. Cap, v. 2, p. 27-42, 2009.

ZANCAN, G. T. Educação científica: uma prioridade nacional. *São Paulo em perspectiva*, v. 14, p. 3-7, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Carta de apresentação da pesquisa aos professores.

Prezada professora,

Estou no terceiro ano de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar – SP) e tenho me dedicado a desenvolver uma pesquisa^[1] cujo objetivo analisar o que pensam os professores de ciências sobre a educação científica, numa perspectiva crítica, no contexto escolar. Este trabalho está sob orientação da professora Dra Denise de Freitas, do Departamento de Metodologia de Ensino e um resumo de minha pesquisa encontra-se em apêndice (APÊNDICE A).

Para o desenvolvimento deste trabalho buscarei realizar uma reflexão conjunta com os professores de Ciências (Ciências e Biologia), abordando questões que acredito ser fundamentais para se pensar uma educação científica crítica referente à contextualização do conteúdo científico de forma integrada em suas instâncias culturais, sociais, econômicas, ambientais e que influenciam as práticas pedagógicas dos professores. Para isso pretendo colocar em diálogo professores de escolas públicas e privadas da cidade de São Carlos – SP, de modo a promover uma reflexão abrangente e aprofundada. **Reconheço o importante papel de seu trabalho, e, como tal, gostaria de convidá-la a participar desta pesquisa, fazendo parte desta rede de reflexão comigo.**

“Pensar em formar indivíduos nesse cenário de intensa mudança tornou-se um desafio a ser batido pela educação de um modo geral, já que a abordagem tradicional de ensino (transmissão-recepção) se tornara obsoleta neste contexto” (GOMES, 2015, p. 88). Por isso acredito que é ouvindo a sua “voz” e colocando-a em diálogo com as outras, que poderemos, juntos, refletir as fragilidades e os pontos centrais de uma educação científica crítica e de uma boa prática de ensino. Para efetivarmos esse diálogo utilizarei o método *Delphi* (APÊNDICE B), ou seja, lhe enviarei uma sequência de dois questionários que após organização e sistematização das respostas possibilitará a emergência de pontos de convergência e/ou divergência.

Na expectativa de que possa participar, envio o primeiro questionário (via *Google Forms*) para ser respondido até **data**. Encontro-me disponível para qualquer esclarecimento adicional e despeço-me **reiterando o convite**, segura de que sua participação é **imprescindível** para a construção desta rede de reflexão sobre a educação. Já adianto meus sinceros agradecimentos e espero contactá-la em breve, com a sistematização do primeiro questionário e a proposta do segundo.

Atenciosamente,

Tassya Hemília Porto Bernardo (pesquisadora)

Telefone:

APÊNDICE A - Resumo da pesquisa de doutorado

A maneira com que os professores de Ciências assumem e exercem a profissão está diretamente ligada à forma como eles interpretam e constroem uma visão da docência e de seu papel profissional. Diante de uma sociedade marcada por crescentes mudanças científicas e tecnológicas torna-se necessário que os professores se distanciem do papel de técnicos, passivos e acríticos para assumir o de sujeitos ativos e críticos, com a responsabilidade de inovar, mudar e melhorar a sua prática pedagógica e contribuir com a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Assim, o desenvolvimento de uma educação científica numa perspectiva crítica pelos professores teria o intuito de favorecer uma formação cidadã, participativa e emancipatória do sujeito. Sendo uma perspectiva pouco explorada no campo da formação de professores, objetivamos analisar o que pensam os professores de ciências sobre a educação científica, numa perspectiva crítica, no contexto escolar. Diante disso, lançamos alguns objetivos específicos, tendo o interesse em: compreender quais princípios, finalidades e importância são considerados fundamentais pelos professores de ciências para uma ECC; identificar quais metodologias e estratégias didáticas são utilizadas pelos professores de ciências para desenvolver a ECC; caracterizar os problemas/desafios que influenciam a prática dos professores de ciências para o desenvolvimento de uma ECC; caracterizar os avanços que os professores de ciências identificam na prática ao desenvolver uma ECC; identificar quais aspectos de valorização social da ECC são atribuídos pelos professores de ciências ao se referir os familiares e governantes. Apoiando-se no método Delphi, o estudo contará com a participação de professores de Ciências da Educação Básica (Ensino Fundamental II) de escolas públicas e privadas da cidade de São Carlos - SP. Os participantes refletirão e se posicionarão sobre os objetivos propostos para esta investigação por meio de questionários sucessivos enviados por e-mail. Após a coleta de dados, os resultados serão interpretados à luz da análise de conteúdo.

APÊNDICE B – O uso do método *Delphi*

Na investigação ora proposta desenvolverei um estudo baseado no método *Delphi*, o qual se caracteriza como uma técnica de comunicação muito utilizada no planejamento de programas, avaliação de necessidades, definição de políticas, uso de recursos, entre outras, incluindo o campo educacional (BLANCO-LOPEZ et al., 2015).

Esse método é constituído por um conjunto de questionários sucessivos, os quais são enviados por *e-mail* aos participantes da pesquisa. Entre cada rodada de questionários, as respostas são analisadas pela pesquisadora, resumidas e reapresentadas aos participantes nos questionários seguintes, de modo que estes possam conhecer e se posicionar em relação à opinião do grupo ao longo do processo.

Dentre as vantagens que podem ser obtidas quando da utilização desse método, destacamos:

- i) A compreensão e interpretação de situações dentro de seu contexto natural, dado o protagonismo das experiências e opiniões dos participantes (MORA, 2021, p. 55);
- ii) O anonimato, o qual permite ultrapassar barreiras, favorecendo com que todos os participantes possam contribuir e exprimir suas opiniões de forma livre (MARQUES; FREITAS, 2018; MORA, 2021);
- ii) A interação de um grupo de pessoas que teria dificuldade de se encontrar presencialmente (COHEN; MANION; MORRISON, 2010), já que o método *Delphi* é constituído por um conjunto de questionários sucessivos, os quais são enviados por *e-mail* aos participantes da pesquisa;
- iii) A experiência, o conhecimento e o posicionamento dos participantes em relação à opinião do grupo (OSBORNE et al., 2003; REGUANT-ÁLVAREZ; TORRADO-FONSECA, 2016; MARQUES; FREITAS, 2018);
- iv) A construção de “um espaço de reflexividade, onde pode criar-se novas ideias e reformular-se opiniões a partir dos *feedbacks*” dos participantes ou “da apresentação das novas questões colocadas por outros membros do grupo” (FREITAS, 2016, p. 12);
- v) O desenvolvimento de um espaço coletivo em que diversas vozes criam um diálogo construtivo acerca do assunto responsável por gerar tais apontamentos (FREITAS, 2016);
- vi) A identificação de áreas de consenso e de desacordo entre os participantes sobre o tema complexo em discussão (COHEN, MANION e MORRISON, 2010), de forma que ao avaliar o nível de consenso atingido nas respostas é possível avaliar a necessidade de mais rodadas de questionários enviados aos participantes.

Essa pesquisa ocorrerá em 3 fases, como descritas abaixo:

- Fase 1 (questionário 1): Os professores participantes são convidados a refletir e responder a um conjunto de questões abertas sobre o tema em questão, de modo mais completo possível. Este 1º questionário está disponível no link <https://forms.gle/K8YDHa47dGENhLXw9>

- Fase 2 (questionário 2): As respostas são recolhidas e analisadas. O principal objetivo é agrupar as respostas por tema e variação de opiniões dentro de cada tema. Como resultado desta análise, é construído um questionário fechado (questionário 2) com os principais temas e opiniões, acompanhado por excertos não identificados de algumas de respostas do grupo. Neste segundo questionário é pedido aos participantes que expressem o seu acordo ou desacordo com as afirmações apresentadas, por meio de uma escala de 5 pontos. Adicionalmente, é dada a cada participante a oportunidade de se manifestar sobre a pertinência das afirmações. Assim, cada membro do grupo tem oportunidade de passar da sua resposta individual para uma resposta mais coletiva e expressar a sua opinião sobre essa resposta. Estimamos que este 2º questionário seja enviado data. Este questionário está disponível no link <https://forms.gle/SSBqGKYbs4ZUTiG58>

Finalmente, elencamos algumas informações adicionais sobre o desenrolar do processo:

- Estimamos que tenha de despende cerca de uma hora para responder a cada questionário (um pouco mais no primeiro);
- Ao terminar o preenchimento das questões no formulário eletrônico clique no botão ENVIAR. Você receberá uma mensagem contendo um link exclusivo para a edição de suas respostas até a data limite das rodadas da pesquisa. Se não puder responder o questionário todo de uma só vez, utilize o mesmo procedimento. Envie as questões respondidas e retorne para outra jornada de respostas utilizando seu link pessoal.
- Esperamos que consiga enviar-nos as suas respostas a cada questionário no prazo de aproximadamente um mês a seguir à sua recepção;
- Os questionários serão enviados por meio do aplicativo em novos formulários eletrônicos.
- Todo o processo é anônimo e só a pesquisadora saberá a identidade dos participantes.
- Estou disponível para esclarecer qualquer dúvida não endereçada neste resumo ou enviar-lhe informações adicionais sobre esta pesquisa.

Agradeço sua participação!

REFERÊNCIAS

- BLANCO-LÓPEZ, A. et al. Key Aspects of Scientific Competence for Citizenship: A Delphi Study of the Expert Community in Spain. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 52, n. 2, p. 164-198, 2015.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. *Research methods in education*. 6. ed. London: Routledge, 638 p., 2010.
- GOMES, L.S. *Práticas pedagógicas de professores formadores e abordagem CTS: O ensino de Ciências rumo as novas percepções neste século XXI*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Belém, 2015.
- FREITAS, D. *Educação científica crítica e reflexiva: contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa*. São Carlos: UFSCar/Departamento de Metodologia de Ensino, 2016. 22 p. Projeto de Pesquisa FAPESP 2016/01972-4.
- MARQUES, J.B.V.; FREITAS, D. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. *Pro-Posições*, v. 29, n. 2, p. 389-415, 2018.
- MORA, M.G. El método Delphi. *In: Técnicas de investigación cualitativa en los ámbitos sanitario y sociosanitario*. Edición preparada por Jesús Manuel Tejero González – Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2021, cap. 3, p. 55-63.
- OSBORNE, J. et al. What “Ideas-about-Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community, *Journal of Research in science teaching*, vol. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

REGUANT-ÁLVAREZ, M.; TORRADO-FONSECA, M. El método Delphi. *REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 9 (1), 87-102, 2016. DOI: 10.1344/reire2016.9.1916

[\[1\]](#) Título da pesquisa: A educação científica crítica na perspectiva dos professores de Ciências.

APÊNDICE 2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE METODOLOGIA DE ENSINO / PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(Resolução 466/2012 do CNS)

A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA PERSPECTIVA DOS PROFESSORES DE
CIÊNCIAS

Eu, Tassya Hemília Porto Bernardo, estudante do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “A educação científica crítica na perspectiva dos professores de Ciências” orientada pela Prof^ª. Dra. Denise de Freitas.

A maneira com que os professores de Ciências assumem e exercem a profissão está diretamente ligada à forma como eles interpretam e constroem uma visão da docência e de seu papel profissional. Nesse sentido, consideramos que os professores deveriam se distanciar do papel de técnicos, passivos e acrílicos para assumir o de sujeitos ativos e críticos, tendo a responsabilidade de inovar, mudar e melhorar a sua prática pedagógica e contribuir com a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Nesse contexto é pertinente que os professores desenvolvam uma educação científica numa perspectiva crítica, pois ela tem o intuito de favorecer uma formação cidadã, participativa e emancipatória. Sendo uma perspectiva pouca explorada no campo da formação de professores, objetivamos analisar o que pensam os professores de ciências sobre a educação científica, numa perspectiva crítica, no contexto escolar. Diante disso, lançamos alguns objetivos específicos, tendo o interesse em: compreender quais princípios, finalidades e importância são considerados fundamentais pelos professores de ciências para uma ECC; identificar quais metodologias e estratégias didáticas são utilizadas pelos professores de ciências para desenvolver a ECC; caracterizar os problemas/desafios que influenciam a prática dos professores de ciências para o desenvolvimento de uma ECC; caracterizar os avanços que os professores de ciências identificam na prática ao desenvolver uma ECC; caracterizar quais aspectos de valorização social da ECC são atribuídos pelos professores de ciências ao se referir os familiares e governantes.

Você foi selecionado (a) por ser professor (a) de Ciências da educação básica de escolas públicas e privadas da cidade de São Carlos/SP, cidade onde o estudo será realizado. Primeiramente você será convidado a responder um questionário online via e-mail com questões abertas sobre diversos aspectos que envolvem a percepção sobre a educação científica crítica e, posteriormente, após a organização e um agrupamento das respostas realizadas pela pesquisadora, um novo questionário, também, online, contendo afirmativas retornará aos participantes para que eles concordem ou discordem.

As perguntas não serão invasivas à intimidade dos participantes, entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas que envolvem as próprias ações de constrangimento e intimidação. Diante dessas situações, os participantes terão a liberdade de não responder as perguntas quando a considerarem constrangedoras, podendo interromper o questionário a qualquer momento. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa possa trazer. Em caso de encerramento do questionário por qualquer fator descrito acima, a pesquisadora irá orientá-lo (a) e encaminhá-lo (a) para profissionais especialistas e serviços disponíveis, se necessário, visando o bem-estar de todos os participantes.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação, para a construção de novos conhecimentos e para a identificação de novas percepções sobre a educação científica crítica na área das Ciências. A pesquisadora realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho.

Sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento o (a) senhor (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação à pesquisadora, à Instituição em que trabalha ou à Universidade Federal de São Carlos. Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Você receberá uma via deste termo, rubricada em todas as páginas por você e pela pesquisadora, onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a sua participação na pesquisa poderá comunicar-se pelo telefone (016) xxxxxxxx.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. A pesquisadora me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-9685. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

Endereço para contato (24horas por dia e sete dias por semana):

Pesquisador Responsável: Tassya Hemília Porto Bernardo

Endereço: xxxxxxxxxxxxxx

Contato telefônico: xxxxxxxxxxxx E-mail: tassya.gomes@gmail.com

Local e data: São Carlos, 22 de outubro de 2020.

Nome do Pesquisador

Assinatura do Pesquisador

Nome do Participante

Assinatura do Participante

APÊNDICE 3: Primeiro questionário Delphi elaborado em formulário eletrônico.

A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA PERSPECTIVA DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Resolução 466/2012 do CNS)

Eu, Tassya Hemília Porto Bernardo, estudante do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar o (a) convido a participar da pesquisa “A educação científica crítica na perspectiva dos professores de Ciências” orientada pela Prof^a. Dra. Denise de Freitas.

A maneira com que os professores de Ciências assumem e exercem a profissão está diretamente ligada à forma como eles interpretam e constroem uma visão da docência e de seu papel profissional. Nesse sentido, consideramos que os professores deveriam se distanciar do papel de técnicos, passivos e acríticos para assumir o de sujeitos ativos e críticos, tendo a responsabilidade de inovar, mudar e melhorar a sua prática pedagógica e contribuir com a formação de cidadãos críticos e reflexivos.

Nesse contexto é pertinente que os professores desenvolvam uma educação científica numa perspectiva crítica, pois ela tem o intuito de favorecer uma formação cidadã, participativa e emancipatória. Sendo uma perspectiva pouco explorada no campo da formação de professores, objetivamos mapear os pressupostos centrais de uma educação científica numa perspectiva crítica na visão de professores de Ciências. Além desse objetivo geral, propomos dois objetivos específicos, dos quais pretendemos: i) conhecer que saberes e práticas são consideradas fundamentais pelos professores de Ciências para o desenvolvimento de uma educação científica numa perspectiva crítica no contexto escolar; ii) construir indicadores que permitam caracterizar uma boa prática de educação científica numa perspectiva crítica.

Você foi selecionado (a) por ser professor (a) de ciências da educação básica de escolas públicas e privadas da cidade de São Carlos/SP, cidade onde o estudo será

realizado. Primeiramente você será convidado a responder um questionário online via e-mail com questões abertas sobre diversos aspectos que envolvem a percepção sobre a educação científica crítica e, posteriormente, após a organização e um agrupamento das respostas realizadas pela pesquisadora, um novo questionário, também, online, contendo afirmativas retornará aos participantes para que os mesmos concordem ou discordem.

As perguntas não serão invasivas à intimidade dos participantes, entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais em responder perguntas que envolvem as próprias ações e também constrangimento e intimidação. Diante dessas situações, os participantes terão a liberdade de não responder as perguntas quando a considerarem constrangedoras, podendo interromper o questionário a qualquer momento. Serão retomados nessa situação os objetivos a que esse trabalho se propõe e os possíveis benefícios que a pesquisa possa trazer. Em caso de encerramento do questionário por qualquer fator descrito acima, a pesquisadora irá orientá-lo (a) e encaminhá-lo (a) para profissionais especialistas e serviços disponíveis, se necessário, visando o bem-estar de todos os participantes.

Sua participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação, para a construção de novos conhecimentos e para a identificação de novas percepções sobre a educação científica crítica na área das ciências. A pesquisadora realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho.

Sua participação é voluntária e não haverá compensação em dinheiro pela sua participação. A qualquer momento o (a) senhor (a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo profissional, seja em sua relação à pesquisadora, à Instituição em que trabalha ou à Universidade Federal de São Carlos. Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, a eles serão atribuídas letras, com garantia de anonimato nos resultados e publicações, impossibilitando sua identificação.

Você receberá uma via deste termo, onde consta o telefone e o endereço da pesquisadora principal. Você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação agora ou a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a sua

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. A pesquisadora me informou que o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rodovia Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 - São Carlos - SP – Brasil. Fone (16) 3351-9685. Endereço eletrônico: cephumanos@ufscar.br

* Required

Email address *

Your email

Aceita participar da pesquisa? *

Sim

Não

Next

Page 1 of 2

Never submit passwords through Google Forms.

This content is neither created nor endorsed by Google. [Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Privacy Policy](#)

A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA NA PERSPECTIVA DOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS

* Required

QUESTIONÁRIO DEPLHI - 1ª RODADA

1. Em qual escola você atua? *

Your answer _____

2. Sua escola é: *

Pública

Privada

3. Há quanto tempo você atua como professor (a)? *

Your answer

4. Conte-me um pouco sobre sua formação profissional (graduação, pós-graduação, caminhos na profissão, cursos e outras atividades que julgar importante). *

Your answer

5. Gostaria de saber qual a sua concepção sobre educação científica numa perspectiva crítica? *

Your answer

6. No seu ensino, você considera que desenvolve uma educação científica numa perspectiva crítica? Por quê? *

Your answer

7. Descreva uma (ou mais) prática(s) educativa(s) conhecida(s) por você e que considera ser boa(s) práticas). Descreva-a(s). *

Your answer

8. Elenque aspectos mais relevantes do que para você seria uma boa prática de educação científica numa perspectiva crítica. Explique sua resposta. *

Your answer

9. Se você tivesse que construir um programa de educação científica numa perspectiva crítica, quais temas/assuntos/métodos/recursos você iria incluir? E para qual público? *

Your answer

10. Existem situações na vida cotidiana em que você acha que uma educação científica numa perspectiva crítica é particularmente importante? *

Your answer

11. Neste momento atual, você considera que a escola permite uma educação científica numa perspectiva crítica? Por quê? *

Your answer

12. Você acha que os pais e os governantes querem uma educação científica numa perspectiva crítica? Por quê? *

Your answer

Este espaço está aberto para você apresentar outras considerações sobre o assunto que julgar relevante. *

Your answer

Indique colegas, se possível, uma forma de contata-lo, e que você considera que deveria fazer parte do grupo de professores consultados nesta pesquisa. *

Your answer

APÊNDICE 4: Perfil dos professores participantes da pesquisa.

Professor(a) - (código)	Tipo de escola	Tempo de atuação	Formação inicial	Formação continuada	Segunda formação inicial
P1	Privada	15 anos	Ciências Biológicas	- Mestrado em Ecologia - Doutorado em Ciências	-
P2	Pública	28 anos	Ciências Físicas e Biológicas	- Especialização em Gestão Pedagógica	Pedagogia
P3	Pública	6 anos	Ciências Físicas e Biológicas	- Mestrado em Genética e Evolução	-
P4	Pública	20 anos	Ciências Biológicas	- Mestrado em Educação - Especialização em Ensino de Biologia e em Metodologia de Ensino em Ciências Naturais	-
P5	Pública	11 anos	Ciências Biológicas	- Mestrado e Doutorado na área de Educação	-
P6	Pública	9 anos e meio	Ciências Biológicas	- Especialização em Deficiência Auditiva - Aperfeiçoamento e aprofundamento em Biologia celular e no ensino inclusivo	Pedagogia
P7	Privada	8 anos	Ciências Biológicas	- Mestrado e Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais	-
P8	Pública	8 anos	Ciências Biológicas	- Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais	Letras
P9	Pública	10 anos	Ciências Biológicas	- Especialização em Direito Educacional	Educação Física
P10	Pública	12 anos	Ciências Biológicas	- Mestrado e Doutorado em Educação para Ciência - Especialização no Ensino de Ciências	-
P11	Privada	15 anos	Ciências Biológicas	- Especialização na área de psicopedagogia - Cursos na área ambiental	-
P12	Pública	4 anos	Ciências Biológicas	- Cursos	Pedagogia

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

APÊNDICE 5: Segundo questionário *Delphi*: os cinco eixos

1. Princípios da Educação Científica Crítica

1.1. Vários professores indicaram princípios relacionados a uma educação científica crítica. Nesse painel, os professores afirmaram que a educação científica, numa perspectiva crítica, deve:

- 1.1.1. Considerar o contexto social em que são feitas as descobertas científicas.
- 1.1.2. Ter uma visão de ciência sujeita a modificações a partir do surgimento de novas evidências.
- 1.1.3. Ser crítica e emancipadora, de modo que os alunos, com base em suas vivências, sejam capazes de pensar por si próprios.
- 1.1.4. Refletir sobre ética e moral da ciência.
- 1.1.5. Compreender que a ciência está a serviço da coletividade, do bem-estar comum, da preservação dos demais seres vivos e do ambiente.
- 1.1.6. Conduzir o aluno a um pensamento crítico e questionador, encorajando-o na busca por respostas fundamentadas.
- 1.1.7. Buscar a emancipação dos estudantes por meio do contato com o conhecimento científico, desenvolvendo a autonomia, a crítica, o raciocínio e a reflexão sobre a importância e o impacto da ciência na sociedade, na política, na economia, na cultura, no meio ambiente e na saúde.

1.2. Os professores mencionaram sobre a finalidade de uma Educação Científica Crítica, a qual deve:

- 1.2.1. Formar alunos protagonistas, que tenham atuação mais reflexiva e ativa, com senso de percepção crítica da sociedade para que
- 1.2.2. Oferecer aos estudantes conhecimentos científicos que podem tornar-se argumentos para formar uma sociedade mais justa e menos manipulável.
- 1.2.3. Empoderar o cidadão para a ciência, favorecendo a capacidade de analisar informações e se posicionar de forma crítica quanto as implicações no meio, tomar as melhores decisões para modificar o local e as condições onde vive.
- 1.2.4. Exercitar mais livremente no aluno a criatividade, a curiosidade e, sendo, inclusive, mais incentivados para isso.
- 1.2.5. Instrumentalizar o educando com os conhecimentos científicos para que ele possa agir, de forma consciente, em suas práticas sociais.

1.3. Nas situações da vida cotidiana, uma educação científica crítica é, particularmente, importante porque:

- 1.3.1. Contribui para a atuação do aluno como cidadão ao aplicar os conhecimentos adquiridos.
- 1.3.2. Favorece a resolução de problemas.
- 1.3.3. Oferece aos alunos uma leitura crítica das informações que chegam até eles, sendo possível distinguir o conhecimento científico da divulgação pelo "achismo" e reduzir a propagação de fakenews e discursos não fundamentados.
- 1.3.4. Propicia o desenvolvimento de uma sociedade menos alienada ao buscar o entendimento de como está o mundo em que vivemos e o porquê da situação em que ele se encontra.
- 1.3.5. Possibilita que o aluno seja mais propenso a ouvir opiniões diferentes das suas e somente e, em análise posterior, defina uma resposta.
- 1.3.6. Permite ao aluno o entendimento da importância, por exemplo, da vacinação como fator e redução de epidemias, posicionando-se contra as ideias advindas da pseudociência, como os movimentos anti vacinas, as dietas milagrosas etc.

2.1. Com relação as metodologias e abordagens foram indicados elementos que poderiam promover uma educação científica crítica. São eles:

- 2.1.1. Abordar os conteúdos sob à luz do método científico.
- 2.1.2. Realizar questionamentos aos alunos, respeitando as diferentes opiniões.
- 2.1.3. Instigar os alunos a fazerem suas próprias perguntas.
- 2.1.4. Estimular os alunos a construir conhecimento por meio de pesquisas em fontes confiáveis, realizando interpretações, relações e reflexões críticas sobre os resultados encontrados.
- 2.1.5. Contextualizar o conteúdo de Biologia, favorecendo a percepção do conhecimento científico no exercício da prática social.
- 2.1.6. Discutir o erro, incentivando a proposição de explicações para os resultados obtidos.
- 2.1.7. Desenvolver conhecimentos sobre o que é ciência, como se faz ciência e como trabalham os cientistas.
- 2.1.8. Apresentar alguns cientistas desconhecidos pelos alunos e ressaltar a importância de se fazer pesquisa.
- 2.1.9. Debater com os alunos sobre o processo de produção do conhecimento.
- 2.1.10. Refletir sobre questões sociocientíficas presentes no dia a dia.
- 2.1.11. Propor atividades (experimentais, investigativas, debates, leitura e análise de textos científicos).
- 2.1.12. Trabalhar temas biológicos polêmicos (células troncos, distúrbios alimentares, impactos ambientais etc.) de forma mais crítica e que permitam aos alunos opinarem, pensarem, estimularem o raciocínio sobre os assuntos e realizarem exercícios individuais.
- 2.1.13. Elaborar atividades diferenciadas para abordar as temáticas.
- 2.1.14. Avaliar de forma particular os alunos e turmas.
- 2.1.15. Relacionar conhecimentos diferentes de forma inter e transdisciplinar, compreendendo contextos sociais, midiáticos, econômicos, ambientais e de outros tipos.
- 2.1.16. Construir os conceitos a partir dos que os alunos já conhecem.

2.2. Com relação as atividades, os professores mencionaram ferramentas que poderiam promover uma educação científica crítica. São elas:

- 2.2.1. Trabalho com projetos (interdisciplinar ou individual).
- 2.2.2. Seminários.
- 2.2.3. Aulas práticas com relatórios científicos.
- 2.2.4. Listas de exercícios.
- 2.2.5. Experimentos.
- 2.2.6. Pesquisa (sites, livros, videos, artigos e outras mídias).
- 2.2.7. Produção de pequenos videos pelos alunos.
- 2.2.8. Júri simulado.
- 2.2.9. Ensino por investigação - problematização, planejamento e aplicação do conhecimento.
- 2.2.10. Roda de conversa para levantamento de questões para reflexão.
- 2.2.11. Construção coletiva de currículo e, posteriormente, de conceitos.
- 2.2.12. Estudo de caso e debates com possíveis situações.
- 2.2.13. Discussões abertas sobre temas que os próprios alunos demonstram curiosidade.
- 2.2.14. Leitura e interpretação de textos.
- 2.2.15. Jogos didáticos.
- 2.2.16. Caixinhas de dúvidas.
- 2.2.17. Utilização de diversos recursos nas aulas práticas (microscópios, telescópios, animais conservados, desenhos, confecções de maquetes).
- 2.2.18. Atividades interdisciplinares.
- 2.2.19. Livros.
- 2.2.20. Visitas.
- 2.2.21. Etapas do método científico: Observação de um fenômeno, questionamentos, levantamento de perguntas e de hipóteses, experimentação e exploração dos problemas e questões envolvidas, discussão das hipóteses e resultados com argumentação, relação com diversas informações e contextos, pesquisas bibliográficas, elaboração coletiva de explicação e validação das hipóteses.

2.3 Segundo os professores, uma boa prática de ensino na perspectiva crítica é aquela em que:

- 2.3.1. Inclui pesquisas sobre determinado tema, com possibilidade de simular situações de campo e/ou laboratório.
- 2.3.2. Oportuniza a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento sobre um tema de interesse ao trazer questionamentos, levantar hipóteses, realizar experimentos, discutir ideias, ouvir o outro, interagir com os colegas, realizar pesquisas, analisar e refletir sobre os resultados.
- 2.3.3. Oferece oportunidades de criação de um projeto para ajudar a comunidade, envolvendo-a.
- 2.3.4. Coloca o aluno em evidência e favorece sua autonomia ao abrir espaços para expressão e reflexão.
- 2.3.5. Incorpora debates e discussões sobre a importância e o impacto da ciência na vida das pessoas, refletindo sobre as problemáticas que as envolvem em nível local, regional e mundial.
- 2.3.6. Trabalha os conteúdos científicos.
- 2.3.7. Discute questões relacionadas aos problemas ambientais.
- 2.3.8. Percebe a importância do que estão estudando.
- 2.3.9. Favorece a atuação do professor como mediador.
- 2.3.10. Leva o aluno a compreender a importância das pesquisas, refletindo sobre os porquês e as finalidades das práticas científicas.
- 2.3.11. Propicia o aprendizado do aluno independente dos recursos utilizados.
- 2.3.12. Introduz um contato inicial com artigos científicos.
- 2.3.13. Promove discussões para compreensão dos modelos científicos, favorecendo a construção da criticidade e levando o aluno a refletir sobre os resultados dos experimentos e os motivos de tal modelo ser refutado ou aceito.
- 2.3.14. Instiga o pensamento, muda a perspectiva do olhar do aluno, associa com situações do cotidiano, tornando o ensino mais atrativo e mais próximo ao aluno.
- 2.3.15. Estimula os alunos a relacionarem informações, favorecendo a construção de uma base sólida de conhecimento para pensar criticamente as Ciências e extrapolando este hábito para outros aspectos de sua vida.
- 2.3.16. Incentiva a autonomia no processo do pensar científico para a formação inicial de jovens cientistas.
- 2.3.17. Encaminha o ensino do conteúdo, de forma holística, para promoção da prática social do aluno.
- 2.3.18. Parte de análise ou pesquisa de informações e necessidades cotidianas para depois aprofundar os conteúdos mais acadêmicos.

3. Problemas
3.1 Os professores identificaram problemas para o desenvolvimento de uma Educação Científica Crítica e que interferem diretamente em sua prática pedagógica. São eles (as):
3.1.1. Demandas curriculares a cumprir.
3.1.2. Acréscimo de conteúdos de Física e Química no ensino fundamental II imposto pela BNCC e que contribui para que o conteúdo fique ainda mais corrido e precise ser passado de forma mais direta e passiva.
3.1.3. Atividades inviáveis de serem realizadas pelo excesso de alunos com necessidades e habilidades variadas em sala e do tempo
3.1.4. Vários compromissos a cumprir e que ocupam a atenção do professor, embora hajam estímulos, incentivos, orientações e esforços máximos para realizar uma educação científica crítica.
3.1.5. Limitações presentes no currículo.
3.1.6. Falta de verba para comprar materiais e para contratação de um profissional responsável pelo laboratório.
3.1.7. Falta de base e apoio familiar para incentivo aos estudos e à ciência.
3.1.8. Realização de experimentos com 35 alunos por sala e sem ninguém para ajudar.
3.1.9. Cobrança por prazos.
3.1.10. Engessamento do currículo, tanto em nível estadual (Currículo do Estado de São Paulo) como em nível nacional (BNCC), o que não favorece a autonomia de professores e alunos para a seleção de conteúdos e de métodos mais ativos de ensino.
3.1.11. Número de aulas de Ciências da Natureza menor do que as aulas de Língua Portuguesa e Matemática.
3.1.12. Redução do tempo de aula (de 50 para 45 minutos) em decorrência do projeto de Escola de Tempo Integral.
3.1.13. Alteração da grade curricular para entrada de disciplinas eletivas.
3.1.14. Separação das aulas duplas.
3.1.15. Dificuldades inerentes à disciplina.
3.1.16. Limitação em nível de recurso, porém, adaptável e remanejável.
3.1.17. Boa parte do tempo é gasto com aprendizagem de conteúdos pouco necessários aos alunos (interesse acadêmico) e poderia trabalhar mais com questões práticas e de interesse e uso de maior parte da população.
3.1.18. Mudança da BNCC por um ensino mais técnico e menos crítico, deixando de lado algumas atividades e temas biológicos mais polêmicos para tratar, por um período maior, questões concretas de astronomia, física e química.
3.1.19. Limitação do sistema educacional público: falta de recursos, condições de trabalho, falta de organização, falta de prioridades e demandas superiores.

4. Avanços
4.1 Os avanços já existentes e que auxiliam no desenvolvimento de uma Educação Científica Crítica se referem:
4.1.1. A autonomia do professor para trabalhar, inclusive na perspectiva crítica.
4.1.2. A proposição de projetos extracurriculares.
4.1.3. A discussão de questões atuais.
4.1.4. A participação dos alunos na seleção de alguns conteúdos.
4.1.5. A tendência no acompanhamento ao professor pelo grupo de alunos quando a aula se torna um espaço de respeito mútuo e interação entre os pares.
4.1.6. Ao desenvolvimento de trabalhos em conjunto.
4.1.7. Ao apoio da direção e coordenação.
4.1.8. A percepção de interesse dos alunos.

5. Governantes e Família
5.1. Considerando a valorização da educação científica crítica pelos governantes e família, os professores afirmaram:
5.1.1. A educação científica crítica não é prioridade. Enquanto a educação, como um todo, não for reconhecida como direito e patrimônio, poucas coisas vão mudar em termos de investimentos e valorização.
5.1.2. Percepção da escola pública por uma formação de mão de obra barata e não pensante.
5.1.3. Pessoas que realmente pensam e criticam a sociedade, fariam ela mudar, consequentemente, mudariam o quadro político vigente.
5.1.4. Os pais e governantes bem intencionados e informados querem uma educação científica crítica se conhecerem os seus objetivos e benefícios
5.1.5. Os pais e as mães querem, pois sabem que isso faz seus filhos estarem melhor preparados para a vida e para o mundo.
5.1.6. Alguns pais entendem a importância do ensino e de formarmos cidadãos críticos, pois entendem que essa formação é essencial no desenvolvimento futuro da sociedade.
5.1.7. Os pais conhecem nada ou muito pouco sobre o que é a ciência para poder apoiá-la.
5.1.8. Os pais não possuem a cultura escolar, nem a criticidade que se espera de alguém que tenha sido formado de maneira crítica.
5.1.9. Os pais não têm noção do que seria bom para os filhos.
5.1.10. Muitos pais querem um lugar para depositar seus filhos durante um tempo.
5.1.11. Alguns pais não ensinam seus filhos a lidarem com frustrações e desafios, e dizem preferir atividades que exijam mais de memória e repetição para que os filhos possam ir melhor (alcançando notas maiores).
5.1.12. Parte dos pais entende a importância e parte não compreende ou nem tem ideia sobre o que seria uma educação científica crítica.
5.1.13. Os governantes atuais, em sua maioria, não querem pessoas críticas e pensantes, pois preferem passividade e concordância.
5.1.14. Os governantes querem uma população menos crítica, com mão de obra alienada e mais fácil ser manipulada.
5.1.15. Os governantes temem a formação crítica dentro das escolas, pois quando formamos cidadãos capazes de pensar, elas questionam, analisam e agem de forma crítica, já que cuidar de alguém que questiona suas ações é difícil e trabalhoso.
5.1.16. O governo atual, em nível federal, não deseja uma educação científica crítica e fica evidente seu desinteresse numa educação de qualidade, haja visto que tanto o presidente quanto o próprio ministro da educação proferem discursos conservadores, contra as universidades públicas, as maiores produtoras de conhecimento científico do país, e defendem as ideias contrárias à ciência.
5.1.17. Parte dos governantes tem "bons olhos" para a ciência, contudo é só uma parcela pequena.

APÊNDICE 6: Exemplo da construção de um dos eixos que foram apresentados aos professores em formulário eletrônico.

1. Princípios Educação Científica Crítica					
Descrição (opcional)					

1.1. Vários professores indicaram princípios relacionados a uma educação científica crítica. Nesse painel, os professores afirmaram que a educação científica, numa perspectiva crítica, deve: *					
	Discordo	Concordo	Não discordo n...	Discordo parci...	Concordo parci...
1.1.1. Consider...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.1.2. Ter uma ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.1.3. Ser crític...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.1.4. Refletir s...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.1.5. Compree...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.1.6. Conduzir ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
1.1.7. Buscar a ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANEXO: Parecer Aprovado do Comitê de Ética



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A educação científica crítica na perspectiva dos professores de Ciências

Pesquisador: Tassya Hemília Porto Bernardo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 30253120.1.0000.5504

Instituição Proponente: CECH - Centro de Educação e Ciências Humanas

Patrocinador Principal: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.225.767

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de doutorado baseado em um estudo a partir do método Delphi, o qual caracteriza-se como uma técnica de comunicação muito utilizada em várias áreas, incluindo o campo educacional. Os sujeitos participantes são professores efetivos de Ciências, de escolas públicas e privadas da cidade de São Carlos – SP. O número foi fixado em 10 participantes, mas a pesquisadora descreve que esse número será definido a partir dos resultados de consultas às escolas do município, sendo correto afirmar que, em princípio, o número não será menor e nem muito maior que isso. Os dados serão provenientes de respostas dos participantes a questionários on line, via email. Smj, haverá diferentes rodadas de questionários, sempre dependentes da síntese das respostas anteriores. A análise dos dados se dará por meio da análise de conteúdo, da forma como explicita R. Moraes (MORAES, R. Análise de conteúdo. Revista Educação, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999).

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: “Mapear os pressupostos centrais de uma educação científica numa perspectiva crítica na visão de professores de Ciências”.

Objetivos Secundários: “Conhecer que saberes e práticas são consideradas fundamentais pelos professores de Ciências para o desenvolvimento de uma educação científica numa perspectiva crítica no contexto escolar; Construir indicadores que permitam caracterizar uma boa prática de educação científica numa perspectiva crítica”.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA **CEP:** 13.565-905
UF: SP **Município:** SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685 **E-mail:** cephumanas@ufscar.br



Continuação do Parecer: 4.225.767

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios estão postos da seguinte maneira:

“Riscos: Consideramos que pode haver desconfortos e constrangimentos durante as etapas desta pesquisa, além de cansaço pelo tempo dedicado ao responder o questionário online (Delphi)”.

“Benefícios: Compreender a percepção dos professores quanto a importância de uma educação científica crítica nos conteúdos escolares bem como compreender como essa educação está incorporada na sua prática pedagógica”.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto encaminhado encontra-se coerentemente organizado e é pertinente no campo de estudos. Os documentos enviados indicam o devido cuidado com o aspecto ético.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: a folha de rosto apresenta-se assinada e carimbada pelo dirigente da instituição/centro.

Cronograma: em acordo.

Riscos e benefícios: os riscos e benefícios estão considerados de modo suficiente.

Orçamento: a pesquisadora assinalou o campo indicando Bolsas de estudo.

TCLE: está apresentado e tem as informações relevantes.

Carta de autorização: Não foi apresentado esse documento. A relatoria entende que não se trata de pesquisa que necessite de autorização, pois o trabalho não envolve a parceria com as instituições, mas o próprio interesse e expediente de profissionais efetivos e contratados do município. Interessante observar que isso reitera a necessidade de anonimato dos sujeitos e das escolas em que esses sujeitos são atuantes.

Instrumento de pesquisa: a pesquisadora apresentou o questionário no texto do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
----------------	---------	----------	-------	----------

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
 Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
 UF: SP Município: SAO CARLOS
 Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 4.225.767

Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1382871.pdf	30/07/2020 15:07:47		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	22/06/2020 23:54:07	Tassya Hemília Porto Bernardo	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Tassya.docx	25/03/2020 16:53:10	Tassya Hemília Porto Bernardo	Aceito
Cronograma	Cronograma.docx	25/03/2020 16:52:04	Tassya Hemília Porto Bernardo	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto_platformabrasil.pdf	25/03/2020 16:21:42	Tassya Hemília Porto Bernardo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 20 de Agosto de 2020

Assinado por:

ADRIANA SANCHES GARCIA DE ARAUJO
(Coordenador(a))

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br