

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Nayara Nogueira Soares Marra

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA E PROFESSORES(AS) DE CIÊNCIAS: estudo
sobre as contribuições da Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade
(FACTS) para a formação docente**

SÃO CARLOS - SP

2024

Nayara Nogueira Soares Marra

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA E PROFESSORES(AS) DE CIÊNCIAS: estudo
sobre as contribuições da Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade
(FACTS) para formação docente**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação e Ciências Humanas da Universidade Federal de São Carlos como requisito para obtenção do título de Mestra em Educação.

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

Linha de Pesquisa: Educação em Ciências e Matemática

SÃO CARLOS - SP

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Nayara Nogueira Soares, Marra

Educação Científica Crítica e professores(as) de Ciências: : estudo sobre as contribuições da Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade (FACTS) para a formação docente / Marra Nayara Nogueira Soares -- 2024. 174f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Denise de Freitas

Banca Examinadora: Alice Helena Campos Pierson, Denise de Freitas, Ofelia Beatriz Agoglia Moreno, Mariana dos Santos

Bibliografia

1. CTS. 2. Pensamento complexo. 3. Formação de professores. I. Nayara Nogueira Soares, Marra. II. Título.

Dedico este trabalho à esperança.

Agradecimentos

Agradeço à gentileza do universo, que sempre nos encontra, apesar das fogueiras simbólicas que, por vezes, nos fustigam.

Agradeço à minha orientadora Prof.^a Denise de Freitas, que me acolheu, mesmo eu vindo de tão longe. Cada ensinamento e oportunidade e que ela me proporcionou foram pontos luminosos que semeiam em mim o sonho de ser pesquisadora. A ela minha mais pura gratidão.

Agradeço a todos(as) os(as) estudantes e professores(as) que se abriram aos processos educativos que propus e que me ensinaram tanto.

Agradeço aos(às) colegas da pós-graduação Juliana, Tassya, Tércio e Alessandra e aos(às) professores(as) Mariana Santos, Alice Pierson e Carolina Rodrigues e Michel Pisa por tanto saber e humanidade compartilhados.

Agradeço a todas as escolas nas quais pude trabalhar. Cada uma delas, em seus tempos, sujeitos, dinâmicas possibilitaram que minhas reflexões acadêmicas ganhassem vida, relevando a profunda e revolucionária dimensão humana que a educação pode apresentar.

Agradeço aos meus amados amigos: Fernanda, Danilo, Bruna e Carlos que partilharam comigo os passos desta jornada, tornando-a mais leve.

Agradeço à Natália Alves pela companhia e ajuda nesta longa caminhada.

Agradeço à Júnio Feital pelo socorro que me ofereceu várias vezes.

Agradeço à minha família: Rita, Natália, Ozório, Tobias e Docinho. Me deram a vida, a educação e as ferramentas mais importantes para a realização deste trabalho. Em especial: a capacidade de amar e de sonhar. À minha irmã Natália, cujo nome simboliza o nascimento, agradeço especialmente por fazer nascer em mim, continuamente, a generosidade e a fé em mim mesma.

“Já que é preciso aceitar a vida, que seja então corajosamente.”

Lygia Fagundes Telles

“Quando falta um fio condutor no labirinto das montanhas, de nada te serve a dedução. [...] Então, às vezes, se propõe esse guia e, como se voltasse de lá longe, te traça o caminho. Mas, uma vez percorrido, esse caminho permanece traçado e te parece evidente. e esqueces o milagre de uma caminhada que foi semelhante a um retorno”.

Antoine de Saint Exupéry

RESUMO

A Educação Científica Crítica (ECC) é baseada no pensamento complexo de Edgar Morin e nos estudos CTS e foi construída por pesquisadores(as) iberoamericanos. A ECC embasou criação da FACTS, Ferramenta Avaliativa CTS de processos e materiais educacionais. A FACTS tem sido divulgada para professores(as) de Ciências da Natureza, inclusive por meio de cursos de formação continuada, como o que contextualizou este trabalho. Nosso objetivo foi compreender de que maneira um curso de formação docente baseado na FACTS pode auxiliar na construção de discursos orientados à ECC. Especificamente, buscamos: I) Caracterizar a aproximação espontânea que os(as) profissionais apresentam em relação à FACTS no começo do curso; II) Verificar os impactos do curso tomando como base o conteúdo da ferramenta FACTS e o discurso docente durante e após a formação continuada. Para atender a estes objetivos, produzimos dados em três momentos: um questionário sobre aproximação inicial dos(as) professores(as) cursistas em relação à FACTS, que foi analisado por meio da média e da moda relativa; análise dos encontros do curso, por meio da Análise Textual Discursiva; e entrevistas semiestruturadas para analisar os discursos de professores sobre sua prática após a formação. Os resultados indicaram que, inicialmente, os(as) professores aproximavam-se dos níveis aprendiz e avançado da FACTS. Durante a formação continuada, a maioria das interações possibilitaram aproximações entre a escola e a universidade. As principais resistências/dificuldades dos(as) professores(as) em relação à ECC relacionam-se à interdisciplinaridade, aos aspectos conceituais da tecnologia, ao currículo tradicional. Outro desafio foi a transposição de aspectos mais abstratos - como conceitos e atitudes - para aspectos mais concretos, como associados à metodologia e vice-versa. Após a formação, a análise do discurso dos(as) professores(as) sobre sua agência docente revelou que, mesmo com as dificuldades ambientais, há aspectos comportamentais e pessoais que aproximam o(a) professor(a) da ECC. Os primeiros são uma relação dialógica com a FACTS, reflexão sobre a própria formação e prática e a busca por uma concepção humana e antropológica para embasar o exercício profissional. Já as características pessoais alinhadas à ECC são autorreflexão, dedicação, senso crítico, a relação de prazer com o trabalho e a lucidez sobre a responsabilidade profissional. Considerando os resultados de nosso trabalho, acreditamos que metacognição, interdisciplinaridade e aspectos atitudinais podem ser úteis para a formação de professores(as) alinhados à Educação Científica Crítica.

Palavras-chave: CTS, pensamento complexo, educação científica crítica, formação de professores.

ABSTRACT

Critical Scientific Education (CCE) is based on the complex thinking of Edgar Morin and STS studies and was built by Ibero-American researchers. CCE supported the creation of FACTS, a CTS Assessment Tool for educational processes and materials. FACTS has been disseminated to Natural Sciences teachers, including through in-service education courses, such as the one that contextualized this work. Our objective was to understand how a course based on FACTS can help in the construction of ECC-oriented discourses in in-service teachers. Specifically, we seek to: I) Characterize the spontaneous approach that professionals present in relation to FACTS at the beginning of the course; II) Verify the impacts of the course based on the content of the FACTS tool and the teaching discourse during and after the course. To meet these objectives, we produced data in three moments: a questionnaire on the initial approach of the course teachers towards FACTS, which was analyzed using the mean and relative mode; analysis of course meetings, through Discursive Textual Analysis; and semi-structured interviews to analyze teachers' speeches about their practice after training. The results indicated that, initially, the teachers approached the apprentice and advanced levels of FACTS. During continuing education, most interactions enabled connections between school and university. The main resistance/difficulties of teachers in relation to CCE are related to interdisciplinarity, technology conceptual aspects, and the traditional curriculum. Another challenge was the transposition of more abstract aspects - such as concepts and attitudes - to more concrete aspects, such as those associated with methodology and vice versa. After training, the analysis of the teachers' discourse about their teaching agency revealed that, even with environmental difficulties, there are behavioral and personal aspects that bring teachers closer to CCE. The first are a dialogical relationship with FACTS, reflection on one's own training and practice and the search for a human and anthropological conception to support professional practice. The personal characteristics aligned with CCE are self-reflection, dedication, critical sense, a relationship of pleasure with work and lucidity about professional responsibility. Considering the results of our work, we believe that metacognition, interdisciplinarity and attitudinal aspects can be useful for the training of teachers aligned with Critical Scientific Education.

Keywords: STS, complex thinking, critical scientific education, teacher training

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Palavras sobre os(as) professores associam à Educação Científica Crítica	74
Figura 2 - Ações que os(as) professores(as) associam à Educação Científica Crítica	75
Figura 3 - Desafios que os(as) professores associam à vivência da Educação Científica Crítica.	76
Figura 4 - Os diversos aspectos que permeiam a construção da ação docente, considerando os contextos mais ou menos amplos	142
Quadro 1 - Agentes educacionais e seus domínios de ação	36
Quadro 2- Correspondência entre os pontos da escala Likert e os níveis da FACTS	55
Quadro 3 - Percurso formativo e informações dos docentes I e J	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de um critério de moda “ Não Apresenta” e moda relativa de 100%	56
Tabela 2 - Exemplo de um critério de moda “ Aprendiz” e moda relativa de 40%	56
Tabela 3 - Respostas médias e moda relativa dos(as) professores(as) para cada critério do Eixo A da FACTS	61
Tabela 4 - Afirmações com maiores e menores médias do eixo A (Processos de ensino e aprendizagem)	63
Tabela 5- Respostas médias e moda relativa dos(as) professores(as) para cada critério do Eixo B da FACTS	67
Tabela 6 - Afirmações com maiores e menores médias do eixo B (Visão e produção de C&T)	68
Tabela 7- Respostas médias e moda relativa dos(as) professores(as) para cada critério do Eixo C da FACTS	70
Tabela 8 - Afirmações com maiores e menores médias do eixo C (Cidadania/Ação)	71
Tabela 9 - Respostas docentes do questionário inicial para o eixo A - Processos de ensino e aprendizagem	166
Tabela 10 - Respostas docentes do questionário inicial para o eixo B - Visão e produção de C&T	168
Tabela 11 - Respostas docentes do questionário inicial para o eixo C - Cidadania/Ação	170

LISTA DE SIGLAS

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA - Ciência, Tecnologia e Sociedade e Meio Ambiente

C&T - Ciência e Tecnologia

ECC - Educação Científica Crítica

FACTS - Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PISA - Programa Internacional de Avaliação de Alunos

PLACTS - Pensamento Latino-americano em CTS

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 O pensamento complexo na construção do saber e no contexto pós-moderno	17
2.1.1 A ontologia e a epistemologia moriniana	19
2.1.3 O pensamento complexo e a educação científica	23
2.2 Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS)	27
2.2.2 CTS e a educação científica no contexto brasileiro	31
2.3 Formação, agência docente e materialização da educação CTS	36
2.4 Educação Científica Crítica (ECC)	43
2.4.1 Estudos que se alinham à Educação Científica Crítica (ECC) e que embasaram as discussões da formação continuada	46
3. METODOLOGIA	51
3.1 Reflexões iniciais	51
3.2 As quatro dimensões da pesquisa	51
3.2.1 Princípios de delineamento	51
3.2.2 Geração e análise de dados	52
3.2.2.1 Primeira coleta e análise de dados: questionário inicial sobre a aproximação dos(as) professores(as) em relação à FACTS	54
3.2.2.2 Segunda coleta de dados: discursos e atividades elaborados pelos(as) professores(as) durante a formação continuada	57
3.2.2.3 Terceira coleta de dados: entrevista semiestruturada com os(as) docentes	57
3.2.3 Interesses de pesquisa	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 Aproximação inicial dos professores e professoras com a FACTS	60
4.2 Análise dos discursos docentes durante uma formação continuada sobre a Educação Científica Crítica e a ferramenta FACTS	73
4.2.1 Conclusão parcial sobre os encontros	127
4.3 Análise dos discurso docentes após uma formação continuada sobre a Educação Científica Crítica e a ferramenta FACTS	130
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	148
APÊNDICE A	157
APÊNDICE B	165
APÊNDICE C	167

1. INTRODUÇÃO

Todo o trabalho de pesquisa é histórica e socialmente situado. Por esta razão, dedicamos espaço nesta dissertação para debater brevemente o contexto que a originou e que foi marcado pela pandemia provocada pelo vírus SARS-CoV-2. Em respeito às medidas sanitárias, a colaboração entre as pesquisadoras envolvidas em nosso trabalho foi majoritariamente à distância. Porém, muito além de apartar geograficamente a equipe de pesquisa, a pandemia de COVID-19 impactou as discussões sobre a educação científica e sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Um evento emblemático deste período foi a carta do médico infectologista brasileiro Pedro Hallal, publicada pelo periódico “The Lancet”, no qual Hallal (2021) destaca não apenas o descaso do governo brasileiro em relação às medidas de combate à pandemia, mas também como o conhecimento científico sobre o assunto era desacreditado ao não se alinhar aos interesses políticos vigentes. A publicação é um documento histórico que simboliza a ascensão de discursos para políticas públicas sem embasamento em relação à ciência, fenômeno que não é inédito, mas torna-se especialmente perigoso em contexto de crises, sejam elas sanitárias ou ambientais, como a que hoje vivenciamos.

O pensador francês Bruno Latour, no livro *“Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno”* (2020) defende que a insurgência em relação à ciência indica uma questão social mais ampla: grupos detentores do poder político e econômico decidiram manter sua hegemonia em detrimento da necessária mudança nos modos de produção. A hipótese de Latour é de que há um esforço deliberado em retardar mudanças que promoveriam o bem comum, mesmo que isto cause a morte de uma parcela importante da vida no planeta. Para alguns autores, como Sousa e Infante-Malachias (2020), tais grupos aproveitaram-se da autocrítica realizada por setores da ciência a partir da década de 1960. A sociologia da ciência, da qual se derivam os estudos CTS, emergiu nesse período com o intuito de problematizar o paradigma tecno-científico positivista, que se baseava na ideia de que a ciência era neutra e seu progresso era inerente ao bem-estar humano (Palácios *et al.*, 2003). As discussões promovidas pela crítica ao positivismo técnico-científico possibilitaram o surgimento das etnociências (Strachulski, 2017), do multiculturalismo (Silva, 2010), dentre outros debates relevantes. Porém, tais discussões, que pretendiam relativizar a hegemonia na neutralidade científica, podem ter sido distorcidas com a finalidade de relativizar o conhecimento científico em si (Sousa, Infante-Malaquias, 2020).

Outro pensador que reflete sobre as relações CTS é Edgar Morin, que propõe o pensamento complexo para compreender o mundo sob uma perspectiva multidimensional: a realidade é composta por sistemas com muitas unidades, cuja interação é permeada por incertezas. Para Morin, as adversidades atuais são reflexos da crise do paradigma-rei (forma de organizar o pensamento, sociedade, ações e demais pensamentos humanos) de cunho positivista e que está vigente desde a modernidade. As crises trazem dor e reforçam a incerteza do real, mas também permitem a construção de estratégias: estratégias possíveis de driblar o acaso (Morin, 2015; 2021).

Neste sentido, acreditamos que a educação científica seja uma estratégia importante perante este cenário social desafiador, uma vez que a escola ainda se destaca como um espaço que possibilita o acesso à discussão e ao aprendizado de temáticas científicas (Azevedo; Borba, 2020). Estas são ferramentas essenciais para que a população possa, ao menos, começar a compreender sobre as controvérsias tecnocientíficas e sobre as políticas que influenciam sua qualidade de vida presente e futura. Tais saberes são fundamentais para a democratização das decisões e do bem-estar comum em uma sociedade em risco, como a atual (Beck; 2011; Morin, 2021). Neste sentido, uma educação científica que discuta a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e socioambientais (CTS) apresenta potencial para auxiliar na construção de uma sociedade mais justa e fraterna.

No cenário brasileiro, Miranda (2013) aponta que as pesquisas educacionais com enfoque CTS iniciaram-se na década de 1990 e, que apesar do número crescente de trabalhos, ainda são escassos aqueles que abordam também o ensino de ciências. Além disso, Auler (2007), Farias e Freitas (2007) e Luz *et al.* (2019) afirmam que as discussões sobre CTS e CTSA - uma abordagem CTS que também focaliza a dimensão ambiental - ainda não apresentam um consenso considerável sobre seus pressupostos. Já no âmbito de políticas públicas, o enfoque CTS surgiu em orientações curriculares a partir da década de 1990 e tornaram-se ainda mais relevantes nos anos 2000 (Santos, 2012).

Contudo, a vivência da abordagem em sala de aula ainda enfrenta desafios. Auler (2007) reflete que, na cultura escolar brasileira, é comum que a figura docente seja associada à “execução do currículo”, não cabendo a este(a) profissional alcançar objetivos além dos associados ao ensino propedêutico. Consequentemente, a perspectiva CTS também sofre com esse “reducionismo metodológico”. O autor debate, ainda, que desafios que a maioria das escolas públicas brasileiras enfrentam, como a evasão e a escassez de recursos, tornam o contexto mais desafiante. Ainda sobre o trabalho docente com enfoque CTS, Oliveira e Freitas (2017) investigaram como professores(as) do ensino fundamental percebem as

potencialidades desta abordagem em livros didáticos. Os resultados indicaram que os(as) profissionais foram capazes de vislumbrar alguns aspectos da abordagem no livro, mas não de forma profunda. Além disso, elas destacam como a atuação docente pode ser um diferencial para que a abordagem seja vivenciada pelos estudantes, mesmo em contextos curriculares e de materiais didáticos menos favoráveis. Neste sentido, a formação docente apresenta-se como fator diferencial para a construção de uma educação científica transformadora.

A respeito da interface entre formação docente e CTS, Fabrício e Freitas (2020) buscaram investigar como licenciandos(as) em ciências biológicas relatam seus aprendizados após participarem de uma disciplina baseada nesta abordagem. Nas atividades finais da disciplina, nota-se que metade dos(as) discentes mencionam o ensino CTS dentre suas aprendizagens, sendo que apenas 10% conseguiram articular de forma mais profunda as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Além disso, os(as) estudantes relataram acreditar que currículos pouco flexíveis e uma formação majoritariamente tradicional na universidade serão os principais desafios que enfrentarão em seus esforços de desenvolver um ensino de ciências mais alinhado à CTS. Perante estas descobertas, Fabrício e Freitas (2020) destacam a relevância de estudos sobre como o ensino de ciências na perspectiva CTS é discutido na formação de professores, assim como a prática e o discurso destes profissionais são impactadas por essas formações. Tais resultados podem contribuir para que a educação científica baseada na CTS se materialize nas salas de aulas de universidade e escolas, transcendendo os documentos curriculares.

Alinhadas a esta relevante problemática da formação de professores(as) e do ensino de ciências, Freitas *et al.* (2019) realizaram um estudo exploratório a respeito da Educação Científica Crítica (ECC), que consiste no ensino de ciências embasado na abordagem CTS e no pensamento complexo de Edgar Morin. Para tal, conversaram com dezenas de especialistas da área, que atuam em países da América Latina (Argentina, Brasil, Chile e Colômbia) e da Europa (Espanha e Portugal). O diálogo objetivava estabelecer pressupostos e investigar problemas, contribuições e desafios para a ECC (Freitas *et al.*, 2019). Os resultados do estudo possibilitaram a construção de uma ferramenta avaliativa de práticas de ensino, processos educacionais e materiais didáticos no âmbito da formação docente e da educação básica, denominada Ferramenta Avaliativa Ciência Tecnologia e Sociedade - FACTS (FACTS, 2022). A ferramenta foi construída no formato de rubrica, de modo que educadores(as) pudessem refletir sobre sua prática para o ensino de ciências em três eixos: Processos de ensino e aprendizagens, Visão e produção de C&T e Cidadania e ação.

Com o intuito de contribuir para que a ECC se aproxime cada vez mais do cotidiano escolar, o presente trabalho tem como questão norteadora: *De que maneira um curso baseado na ferramenta FACTS pode contribuir para a construção de discursos docentes orientados à ECC?* O contexto da pesquisa foi uma formação continuada realizada virtualmente e com a participação de profissionais da educação de escolas públicas dos estados brasileiros de São Paulo e Pernambuco. O curso de formação continuada integrou o projeto desenvolvido pelo grupo de pesquisa EmTeia: Formação de Professores, Ambientalização Curricular e Educação em Ciências, associado à Universidade Federal de São Carlos, que desenvolveu a FACTS. Para guiar o nosso estudo, transformamos a questão de pesquisa em um objetivo geral: compreender de que maneira um curso de formação docente baseado na ferramenta FACTS pode auxiliar na construção de discursos orientados à ECC por parte de professores(as) de ciências. Tal objetivo foi desmembrado em objetivos específicos: I) Caracterizar a aproximação espontânea que os(as) profissionais apresentam em relação à FACTS no começo do curso; II) Verificar os impactos do curso baseado na ferramenta FACTS no discurso docente durante e após a formação continuada.

Para tanto, analisamos dados que nos ajudassem a conhecer os(as) professores envolvidos na formação e investigar sua relação com a Educação Científica Crítica: realizamos questionários na primeira aula do curso para investigarmos o alinhamento inicial dos(as) professores(as) em relação à FACTS; investigamos as interações dialógicas que ocorreram ao longo do curso por meio de onze encontros síncronos; e por fim, realizamos entrevistas após a formação para analisar por meio de seus discursos, a aproximação dos professores em relação ao pressupostos da ECC. Para mostrar tais discussões, começamos com o referencial teórico, que se dá no próximo capítulo. Nele, debatemos sobre o pensamento complexo, os estudos CTS e suas aproximações com o ensino de ciências, que possibilitaram a elaboração da Educação Científica Crítica. Em seguida, há um capítulo dedicado à Metodologia, no qual esclarecemos como escolhemos produzir e discutir nossos dados. O capítulo final é dedicado à conclusão, na qual refletimos as contribuições de nosso trabalho para responder a questão de pesquisa.

Por fim, acreditamos que conhecer como pensam, trabalham e aprendem os(as) professores(as) de ciências é importante para a concretização de uma educação científica mais crítica. Neste sentido, nosso interesse do conhecimento, com a realização deste trabalho, é aquele definido por Bauer, Gaskell e Allum (2018) como crítico: buscamos discutir a realidade social com as finalidades de revelar relações de poder e contribuir para a emancipação dos indivíduos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nossa compreensão sobre o papel do referencial teórico em um trabalho de pesquisa alinha-se aos debates realizados por Alves (1992): além de possibilitar que a pesquisadora compreenda tendências, controvérsias e referências-chave do tema, verificando a consistência e relevância da questão norteadora, o referencial oportuniza o amadurecimento intelectual. Tal amadurecimento inclui reconhecer que o campo educacional é repleto de ontologias e epistemologias distintas. Uma vez estabelecidas as diretrizes teóricas, é necessário articular conceitos e linguagens próprias do campo teórico escolhido, possibilitando a construção de conhecimentos capazes de contribuir, de fato, para as discussões da área.

Na busca de atingir, dentro de nossas possibilidades, os propósitos supracitados, discutiremos a seguir os referenciais teóricos escolhidos: o pensamento complexo, suas características ontológicas, epistemológicas e contribuições para a educação; os estudos CTS e suas aproximações com a educação; a Educação Científica Crítica.

2.1 O pensamento complexo na construção do saber e no contexto pós-moderno

Um dos principais traços da modernidade é a racionalização, que se faz presente na organização social e econômica, nos modos de produção - inclusive do conhecimento científico - e nas narrativas que permearam as práticas culturais nas sociedades ocidentais modernas (Touraine, 1994; Ximenes, 1994). Tal racionalização pode ser entendida como uma certa homogeneidade de práticas e narrativas: haveria uma certa forma de se relacionar, de organizar a sociedade, de viver experiências, dentre outras formas socialmente aceitas de experimentar a vida. Tais crenças eram orientadas por uma racionalidade pretensamente pura e pelo cientificismo (Touraine, 1994; Ximenes, 1994; Bauman, 2015).

A pós-modernidade surge como um questionamento da modernidade. É um movimento amplo: abarca a compreensão das relações humanas e outros diversos campos de debate, sejam eles acadêmicos, sociais, artísticos etc. Tal movimento representa uma nova ferramenta teórico-metodológica para compreender o mundo pós-moderno, com “paisagens fluidas, irregulares e subjetivas” (Appadurai, 2001 *apud* Lopes, 2013, p.10). No âmbito do debate da construção do saber científico e suas interações com a tecnologia e a sociedade, a pós-modernidade surge por meio do questionamento da ideia de progresso científico pleno construída ao longo dos séculos XIX e XX. Tal questionamento é fortalecido pelos problemas socioambientais advindos da relação estabelecida entre o modo de produção capitalista, a natureza e os povos subjugados por nações europeias. Tais problemas fortaleceram os debates sobre como a racionalidade científica, por si só, não é capaz de garantir que a ciência

contribua para o bem-estar geral da espécie humana e para a vida em nosso planeta. Surge, então, a sociologia da ciência e os estudos CTS, assunto que mencionamos na introdução e exploraremos de forma mais aprofundada no tópico 2.4 de nosso referencial teórico.

Além dos estudos CTS, o questionamento da modernidade também possibilitou novas formas de compreender e organizar o conhecimento humano. Dentre elas, estão as propostas que denominamos de complexas, uma vez que se caracterizam por criticar a hiperespecialização na ciência, que separariam demasiadamente os campos de investigação, afastando os saberes do seu contexto de construção. As abordagens complexas caracterizam-se por serem sistêmicas e recorrerem a aspectos da ciência da informação, (Maturama, Varela, 1995; Bembem, Santos, 2013; Morin, 2015) especialmente a cibernética, que é a “ciência que tem por objeto o estudo comparativo dos sistemas e mecanismos de controle automático, regulação e comunicação nos seres vivos e nas máquinas” (Michaelis, 2021).

Dois dos estudiosos que contribuíram para a construção de saberes complexos foram Humberto Maturama e Francisco Varela. Ambos destacaram a inabilidade da ciência, nos moldes positivistas, em responder a questões essenciais para compreensão da natureza humana, de um ponto de vista social e comportamental (Maturama; Varela, 1995). Surge então o problema da circularidade ou da tautologia cognoscitiva, que evidencia que só é possível compreender o conhecimento humano por meio deste próprio conhecimento, repleto de experiências, percepções e aspectos culturais. Sendo assim, como construir um saber sobre a consciência com validade universal, em uma abordagem objetiva ou ao menos científica? Para Maturama e Varela (1995), refletir sobre esta questão pode auxiliar na construção de uma epistemologia capaz de compreender os processos de aprendizagem humana e organização sociocultural de forma mais aprofundada e complexa.

Tais compreensões foram consideradas essenciais para que homens e mulheres se conheçam e construam culturas de tolerância e paz em seus meios sociais. Para tanto, os processos de aprendizagem e desenvolvimento humanos devem ser melhor compreendidos por todos e todas: estudantes secundaristas, pais e mães, docentes, políticos, autoridades. Os autores propõem, então, três questões-chave para nos guiar na compreensão do aprendizado humano: Qual é a organização de todo o ser vivo? Qual a organização do sistema nervoso? Qual é a organização básica de todo o sistema social? Para debatê-las é essencial considerar que é impossível compreender o ser humano fora de sua própria percepção. Torna-se imperativo, então, discutir sobre o fenômeno da autoconsciência, que possibilita a construção

do saber de si, do mundo e impacta na organização sociocultural (MATURAMA; VARELA, 1995).

Outro pensador que propôs uma perspectiva social e epistemológica que pode ser considerada complexa é Pierre Lévy, que se dedica a compreender as tecnologias que possibilitam a troca de dados entre indivíduos. Levy criou o conceito de inteligência coletiva, no qual os saberes de todos(as) são mobilizados em prol da sobrevivência e bem-estar da coletividade. Neste contexto, torna-se importante descobrir o que cada um(a) pode oferecer em termos de seus conhecimentos, cuja troca é facilitada por tecnologias, como a internet e seu cyberspaço. Destaca-se, assim, o carácter sociológico e social empregado a uma inovação tecnológica e comumente associada às ciências exatas. Nota-se, também, a abordagem sistêmica, a valorização do coletivo e da fraternidade por meio da tecnologia (Bembem, Santos, 2013).

Assim como Lévy, Edgar Morin é um pensador que propõe transformações sociais por meio de novas formas de organizar o saber e as informações. Morin é um pensador e pesquisador parisiense que desenvolve trabalhos na área de Sociologia, Antropologia e Filosofia da Ciência, (Trindade, Corá; Trindade, 2006). Em sua extensa produção bibliográfica, o autor desenvolveu uma epistemologia complexa, baseado em três princípios: a) o dialógico, que associam dois conceitos simultaneamente contraditórios e complementares, formando uma unidade; b) o recursivo, no qual uma entidade ao mesmo tempo é produtora e produzida; e o c) hologramático, no qual o todo está na parte e vice-versa, superando assim o reducionismo e o holismo (Morin, 2015).

O pensamento complexo - mais especificamente, o desenvolvido por Morin - é umas bases teóricas que embasam nosso trabalho em busca de uma educação científica mais crítica. Por esta razão, iremos, a seguir, realizar uma análise pormenorizada na teoria moriniana.

2.1.1 A ontologia e a epistemologia moriniana

De acordo Gómez *et al.* (2006) e Moraes (2015), a ontologia pode ser entendida como o campo da filosofia que se dedica a compreender as concepções dos seres, da natureza e da realidade social, que acabam permeando a realização de pesquisas científicas. A ontologia pode ser objetivista, ao considerar que a realidade independe dos sujeitos; subjetivista, ao entender a realidade como uma construção social; ou comunicativa, ao defender que a realidade é construída pelo diálogo entre indivíduos e por meio de interações mundo-sujeito (Gómez *et al.*, 2006).

A reflexão sobre a ontologia complexa pode ser uma forma de aprofundar sua compreensão: considerando a abordagem de Gómez *et al.*, 2006 e Moraes (2015), na ontologia de Morin, sujeito e objeto são indissociáveis, uma vez que o ser é um agente que transforma constantemente o seu entorno, ao mesmo que o interioriza por meio da linguagem, dos sentidos e da cultura. Os indivíduos isolados e as leis gerais não são suficientes para compreender fenômenos, uma vez que as trocas entre sujeito e meio são constantes e significativas (Morin, 2015).

O viés ontológico possibilita a construção de uma epistemologia, que pode ser entendida como a construção do conhecimento científico (Creswell, 2007) ou como as declarações científicas sobre a realidade social são elaboradas (Gómez *et al.*, 2006). A epistemologia de Morin (2015) é autorreflexiva, em que o(a) cientista não é excluído do processo de construção do conhecimento, mas é convidado a entender sua própria consciência e limitações. Tal abordagem é proposta por Morin (2015) como crítica à ciência positivista que apaga o sujeito: torna-o simultaneamente o observador e o ruído indesejado. A ciência é entendida como não totalitária, aberta à incerteza e à superação, respeitadora da identidade de outros saberes, claramente aberta à criatividade e não isolada em conceitos e teorias fechadas. Discutiremos, a seguir, alguns conceitos principais do pensamento de Edgar Morin e que foram extraídos do livro “Introdução ao Pensamento Complexo” (Morin, 2015).

2.1.2 Da inteligência cega ao paradigma complexo

A ciência baseada no pensamento complexo considera os heterogêneos e inseparáveis fatores - relações, ações, acasos - que compõem um fenômeno: sugere enfrentamento da complexidade, e não a simplificação (Morin, 2015). A abordagem moriniana apresenta uma unidade elementar complexa - o sistema, que de acordo com o dicionário Oxford, é um conjunto de elementos, concretos ou abstratos, intelectualmente organizados. Morin (2015) introduz um tipo de sistema estudado na termodinâmica: o sistema aberto em estado estacionário, no qual a troca constante de energia e massa com a vizinhança possibilita uma espécie de equilíbrio constantemente recuperado/compensado e por isso, estável, denominado de dinamismo estabilizado. Esta abordagem defende que não basta considerar o sistema para compreendê-lo, mas também o ecossistema em que ele está inserido e as relações reguladoras presentes entre ambos. O pensamento complexo possibilita também novas interpretações sobre fenômenos sociais complexos, como os diálogos que se dão ao longo de uma aula, por exemplo.

Em seguida, Morin (2015) debate sobre a importância da informação, que apresenta um papel central nas comunicações, mas que com a cibernética passou a apresentar um status organizacional. Por exemplo, assim como as informações presentes em um programa de computador direcionam operações, as informações genéticas no núcleo da célula definem sua organização e funcionamento. Dessa forma, revela-se a importância de uma teoria da organização que busque princípios comuns e o entendimento de como esses se diversificam e evoluem. Para tal, Morin (2015) propõe uma complementação entre organização e organismo para compreender as estruturas vivas, que se caracterizam pela auto-organização: apesar de apresentar certa falibilidade em seus componentes - células e moléculas - a máquina viva é capaz de recompor-se e continuar funcionando com certa longevidade. A organização - vida - e a desorganização - morte - se comunicam e complementam no interior dos seres vivos e, de antagônicas passam a ser complementares, intimamente ligadas.

O entendimento dos sistemas vivos supera, então, a compreensão que busca leis gerais para todos os seres e para suas partes constituintes isoladas (átomos, moléculas): cada ser apresenta sua individualidade auto-organizadora, que lhe confere certa autonomia, ainda que permeada pela sua relação e trocas com o entorno. O organismo é, assim, auto-eco-organizado. Surge, então, uma nova forma de compreensão da dualidade subjetivo-objetivo: o objeto também apresenta sua singularidade e a subjetividade do sujeito apresenta suas raízes no mundo dito objetivo.

Morin (2015) aproxima complexidade ao discurso científico. A organização do conhecimento científico seria baseada em sistemas de diversas informações que interagem e se interferem, o que ocasiona incertezas inerentes aos sistemas complexamente organizados. Ou seja, é uma forma de construção epistemológica que permite certa incerteza não apenas no fenômeno e no sujeito, mas também nos conceitos - pequenas caixas pretas das quais se conhecem entradas e saídas, mas não totalmente o seu funcionamento interno. O conceito apresenta, assim, uma carácter provisório. O conhecimento progressivamente pode alcançar novos níveis de complexidade por meio de modelos que abarquem conceitos mais amplos e de diversas áreas. Tal abordagem possibilita a criação de teorias mais abertas e transdisciplinares, que compõe uma ciência complexa caracterizada como

“um discurso multidimensional não totalitário, teórico, não doutrinário [...], aberto para a incerteza e a superação; não ideal/idealista, sabendo que a coisa jamais será totalmente fechada no conceito, o mundo jamais aprisionado no discurso” (Morin, 2015, p. 49).

Esta é a *scienza nuova*, proposta por Morin e que recebe este nome inspirado na obra do filósofo italiano Giambattista Vico que busca superar a fragmentação teórica e disciplinar. Para construí-la, Morin (2015) sugere a criação de macroconceitos que possibilitem o pensamento por meio da “constelação e solidariedade dos conceitos” (MORIN, 2015, p. 72), o que facilita a compreensão e a comunicação. Tais conceitos seriam centrais, uma vez que, no pensamento complexo, as fronteiras epistemológicas não são precisas, estáticas ou imunes a interferências. Além disso, Morin (2015) propõe três princípios: a) o dialógico, que associa dois conceitos simultaneamente contraditórios e complementares, formando uma unidade; b) o recursivo, no qual uma entidade ao mesmo tempo é produtora e produzida, como um ser humano que é produto biológico e social, enquanto também pode produzir descendentes e contribuir para a construção da sociedade; e o c) hologramático, no qual o todo está na parte e vice-versa, superando assim o reducionismo e o holismo.

2.1.3 A ação e a epistemologia complexas

Após a construção de aspectos teóricos, Morin realiza algumas aproximações entre o pensamento complexo e ação: argumenta que agir é, muitas vezes, um desafio a si e ao contexto. Para vencê-lo, emprega-se estratégias: constrói-se cenários possíveis na tentativa de driblar o acaso, uma vez que resultados e intenções iniciais podem se distanciar, sendo necessárias outras ações - novamente incertas - que buscam corrigir as anteriores. Estratégias são especialmente necessárias em momentos de crise, que são comuns nas sociedades humanas, uma vez que elas funcionam como uma máquina não trivial: uma vez estabelecidas entradas, as saídas não são obviamente conhecidas (Morin, 2015).

Nesta concepção de sociedade, o pensamento complexo pode ser útil, pois sugere uma postura de atenção e prudência ao sugerir que a inconstância é uma constante. Na busca de uma aproximação ainda maior com o concreto, Morin (2015) busca relacionar o pensamento complexo às organizações sociais, iniciando-se pelas empresas. Para tal, inicialmente são esclarecidas três etapas de compreensão da complexidade: a primeira consiste em compreender que o todo é mais do que a soma das partes, uma vez que o resultado do entrelaçamento de diversos fatores escapa da simples adição de suas propriedades e características. De forma semelhante, tal entrelaçamento também não permite que constituintes de uma rede expressem totalmente suas qualidades, logo, o todo é menor que a soma das partes, o que é a segunda etapa da complexidade. A terceira etapa é o

reconhecimento de que esta realidade é difícil para o entendimento humano e supera análises unidimensionais.

Tais reflexões podem ser articuladas com a organização empresarial em um contexto capitalista, no qual uma empresa “produz coisas e se autoproduz ao mesmo tempo” (Morin, 2015, p. 86). Afinal, a organização é uma causa que produz efeitos (produtos), o que o autor chamou de causalidade linear; se autocontrola com base em necessidade de consumo externas e possibilidades internas, o que pode ser entendido como uma causalidade circular retroativa; e os produtos gerados também impactam na gestão da empresa, o que ocasiona uma causalidade recursiva. Estas três casualidades podem ser observadas em organizações sociais de diferentes abrangências (Morin, 2015).

Após este breve panorama do pensamento moriniano, apresentamos a visão do autor a respeito da ciência e da sociedade: ele considera que movimentos que articulam Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são importantes para a compreensão do papel da ciência para humanidade e defende o trânsito de conceitos entre diferentes áreas. Tal migração deve ser cuidadosa, mas sem a pretensão de ser infalível já que os erros, nas mãos de cientistas talentosos e dos debates que permeiam as áreas do saber, possibilitam novas descobertas. Observamos, assim, uma aproximação entre o pensamento complexo e outro pilar importante de nossa pesquisa, que são os estudos CTS.

Por fim, o Morin (2015) reflete que enquanto a telecomunicações possibilitam que, pela primeira vez, os muitos povos terrestres estejam conectados, ainda há uma limitação considerável no plano do pensamento consciente, uma vez que diferentes paradigmas e áreas do conhecimento ainda enfrentam dificuldades de integração. Outra contradição é que em sociedades com bem-estar social, ainda se observa a violência e a insensibilidade entre os(as) cidadãos(ãs). Tais problemas relevam que o ápice tecnológico vivido pela sociedade atual não é suficiente para lidar com mazelas complexas: “não se trata de mergulhar no apocalipse e no milenarismo; trata-se de ver que talvez estamos no fim de um certo tempo e, nós esperamos, no começo de novos tempos” (Morin, 2015, p. 120). A análise da realidade sob uma perspectiva complexa pode ajudar a superar os desafios destes novos tempos, dentre eles está promover uma educação científica que promova a cidadania e fraternidade.

2.1.3 O pensamento complexo e a educação científica

Edgar Morin também contempla a educação em seu debate sobre o pensamento complexo e dedica a obra “*A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*”

para propor uma educação mais autônoma, vivaz e que provoque transformações sociais por meio da mudança de pensamento, de paradigma e, enfim, de instituições (Morin, 2009).

Morin (2009) inicia a discussão esclarecendo os principais desafios atuais associados à educação, em sua visão: a hiperfragmentação do saber por meio de disciplinas bem delimitadas, o excesso de informação e o esvaziamento da sabedoria de como tais dados e saberes podem ser articulados para a construção da nossa forma de estar no mundo, enquanto indivíduo inserido no coletivo. Surge então, outro desafio: o individualismo incentivado pelos métodos tradicionais de avaliação escolar e que são perpetrados em outros contextos sociais.

Neste cenário preocupante, Morin (2009) defende que o papel da escola não é empilhar muitos conhecimentos nas mentes discentes, mas sim aprimorar habilidade natural que nossa espécie possui para identificar e solucionar problemas. Esta inteligência é associada à incerteza, à investigação, à argumentação, ao raciocínio crítico e metucioso que se transforma em base para desenvolvimento do “bem pensar” de carácter científico, matemático, filosófico e social. Contudo, esta base precisa ser construída por uma abordagem complexa e colaborativa entre os saberes humanos. Tal abordagem relaciona-se ao conceito de sistema, cujos fatores que o compõem, bem como a interação entre eles é compreendida por abordagens de diferentes saberes, possibilitando uma visão ampla do problema. Para Morin (2009), um exemplo de ciência que apresenta uma abordagem complexa e sistêmica é a ecologia, cujo estudo centra-se nos ecossistemas. Aspectos físicos, geológicos, químicos e biológicos do ecossistema, bem como as relações entre eles são estudadas; o conhecimento gerado é interpretado nos âmbitos das ciências naturais, mas também sociais - já que afeta a vida das comunidades humanas, que são parte deste ecossistema. É uma abordagem que pode ser estendida a outras temáticas.

O debate sobre como lidamos com mitos, ideias, deuses - campo que Morin associa à noologia - também seria um tópico de discussão escolar. Afinal, apesar de imateriais, muitas vezes tais valores alcançam o mundo real por meio de ações positivas ou trágicas. Existem numerosos casos de pessoas que mataram ou morreram por ideais. É necessária a discussão que esclareça os riscos de racionalizações que cegam. A filosofia também se faz presente na escola complexa, não como disciplina isolada, mas como um exercício de busca por um sentido autêntico para o viver e também de associação do saber complexo com a incerteza inerente ao real.

A incerteza pode ser angustiante para instituições sociais comumente pautadas pela pouca flexibilidade, como a escola. Porém, Morin (2009) afirma que a incerteza é um tópico essencial do debate escolar. Afinal, ela se faz presente nos conhecimentos humanos, incluindo

o científico: teorias podem ser construídas, aceitas e questionadas. A realidade não existe sem a percepção cerebral passível de falha, a realidade não é acessível sem a interpretação, a ciência se expande, muitas vezes, baseada no erro. O avanço do saber científico não produz certamente a melhoria social. Sem contar a incertezas sobre o propósito da existência de cada homem, mulher e demais formas de estar no mundo... Logo, é essencial que na escola a incerteza seja abordada associada à estratégia: ações podem ter consequências imprevisíveis, para tanto, devem ser baseadas em estratégias que, contudo, não garantem o acerto. Assim é na gestão de um país, de um negócio ou do próprio viver. Aliar estratégias à esperança de sucesso pode ser uma forma mais lúcida de ver a experiência humana em detrimento de certezas vazias (Morin, 2009).

Uma vez discutidas as contribuições diretas de Morin para a educação, torna-se necessário debater, também, como elas repercutiram nas produções acadêmicas da área. Araújo *et al.* (2020) realizaram uma revisão bibliográfica sobre o tema em âmbito internacional. Foram encontrados 532 trabalhos que se alinhavam aos descritores "*Complex Thought*", "*Systems Approach*" e "*Holistic Approach*" da base de estudos educacionais ERIC. Contudo, considerando os critérios de exclusão: (a) título do estudo; (b) palavras-chave identificadas; (c) natureza dos estudos relacionados ao Pensamento Complexo; (d) contexto do estudo (pesquisas educacionais); (e) período temporal em que foi publicado o texto (após 1990, quando o livro "Introdução ao pensamento complexo" foi publicado pela primeira vez na França), mais de cerca de 500 artigos foram descartados, o que pode ser um indicativo que o estudo das relações entre pensamento complexo e educação ainda apresenta potencial a ser explorado.

Dentre os trabalhos restantes, dez deles foram analisados. Os resultados destacaram que os trabalhos, majoritariamente de origem europeia, australiana e canadense eram quase todos teóricos ou de revisão bibliográfica. As discussões que mais se destacaram nestes artigos relacionam-se ao educar para a lucidez, superação do ensino escolar disciplinar e a compreensão da educação pelo viés do pensamento complexo, especialmente por meio dos princípios dialógico e hologramático. O conhecimento produzido por Araújo *et al.* (2020) indica que o pensamento complexo apresenta certa adesão junto aos pesquisadores e pesquisadoras em educação, ao menos em âmbito internacional. Contudo, é uma tendência que ainda incipiente, especialmente em estudos que apresentem dados coletados no cotidiano escolar. Esta realidade torna-se ainda mais pungente ao considerarmos que Calado e Salles (2014) figura-se como o único trabalho brasileiro presente na revisão de literatura de alcance internacional realizada por Araújo *et al.* (2020). Calado e Salles (2014) são da área de

administração de empresas, o que dificultou um debate mais aprofundado sobre aspectos próprios da área de educação.

Em âmbito nacional, destacamos algumas produções acadêmicas que conjugam complexidade e educação. Batista e Castrogiovanni (2016) refletem sobre os desafios da prática docente em um contexto de frustração perante a falibilidade de um modelo educacional baseado em valores humanistas e na racionalidade científica, mas que não consegue mobilizar os(as) educandos(as). Os autores defendem, então, uma prática docente baseada na “irracionalidade”, no sentido de ser aberta ao imprevisto, que vem dos próprios discentes. O planejamento de aula aberto à incerteza, permeado por problemas abertos que possibilitam a discussão transdisciplinar, é apontado como uma ferramenta educacional para construção de um pensar mais emancipado nos(as) docentes e nos(as) estudantes.

Já Melo (2011) defende a importância de uma educação pautada no autorreflexão, especialmente por parte do(a) docente, que não foge da contradição, dos problemas abertos e da incerteza. Há um reconhecimento da complexidade inerente às mudanças educacionais, que demandam por políticas públicas que construam sistemas de ensino que abranjam o complexo, porém, a autora defende que ações de cada educador(a) também são capazes de provocar mudanças (Melo, 2011).

Considerando-se o âmbito mais específico do ensino de ciências, o pensamento complexo também se faz presente em algumas discussões. Salles e Matos (2017) realizaram uma aproximação do ensino de ciências e tecnologia com o pensamento complexo. Para eles, a possibilidade de inserir uma lógica que vá além da econômica na tomada de decisões sobre C&T, além de restabelecer as dimensões do afeto e da cultura na compreensão do ser humano é uma das grandes potencialidades da complexidade. Já Biden e Bazzo (2022) se propõem a debater a educação científica e tecnológica numa perspectiva complexa ao dissertarem sobre a seguinte questão: “os conhecimentos científicos e tecnológicos podem se articular de modo a auxiliar na formação do pensamento complexo?” Os autores conseguem desenvolver um panorama rico por meio da contribuição de teóricos de diversas áreas do conhecimento (engenharia, matemática, ciências da natureza e educação) e defendem que a educação tecnocientífica, quando associada à complexidade, apresenta a possibilidade de formar indivíduos atentos à problemas sociais complexos e capazes de mobilizar seus saberes na busca por soluções. Tal concepção educacional pode auxiliar na construção de uma cultura existencial, na qual homens e mulheres se sentem integrados ao seu contexto local, global, planetário e cósmico. Destaca-se, assim, uma relação promissora e em consolidação entre a

educação tecnológica, científica e a complexidade, que também pode ser observada em relação à abordagem CTS, que debateremos a seguir.

2.2 *Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS)*

Em consonância com o pensamento de Edgar Morin, apresentaremos a abordagem CTS com seus aspectos complexos e emaranhados: Ciência, Tecnologia, Sociedade, sem a pretensão de dissociá-los. Iniciamos nossas reflexões considerando que o século XX foi um período histórico pródigo em transformações: tanto pelo acelerado desenvolvimento tecnocientífico, que impactou a vida de uma parcela considerável da população (Palacios *et al.*, 2003; Macêdo *et al.*, 2021); como por movimentos vanguardistas, como o de 1968, que questionaram costumes e ressignificaram alguns aspectos da sociedade (Morin, 2021).

Nesta miscelânea de transformações, a relação humana com a ciência e com seu *habitat* também passou por debates (Palacios, *et al.*, 2003; Beck, 2011). Alguns marcos históricos que auxiliaram no desenvolvimento de tais discussões são: o uso de bombas atômicas na Segunda Guerra Mundial e o conhecimento público de seus efeitos para a vida (Fabrício; Freitas, 2020); a publicação de obras que denunciaram os desequilíbrios ambientais provocados pelo modo de produção capitalista, como “Primavera Silenciosa” (Saccomani; Marchi; Sanches, 2018; Fabrício; Freitas, 2020) e o Relatório de Meadows (Mariani, 2017; Morin, 2021); o incidente de Chernobyl, ocasionado pela explosão de um reator em uma usina nuclear, que lançou toneladas de gases radioativos na atmosfera, dentre outros (Beck, 2011; Lima *et al.*, 2020; Morin, 2021).

Apesar de distintos, estes eventos incentivaram a reflexão sobre as relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e possibilitaram o surgimento dos estudos CTS. Eles podem ser caracterizados, de acordo com Cerezo (2017), como heterogêneos e de carácter interdisciplinar, uma vez que envolvem discussões sobre história da ciência e da tecnologia, filosofia, sociologia, educação, economia, além de aspectos éticos, ambientais e culturais.

Porém, a heterogeneidade dos estudos não se limita aos campos de saber envolvidos, mas também se apresenta em tradições regionais. A tradição europeia pode ser caracterizada por suas origens acadêmicas e pela preocupação em compreender os fatores sociais relacionados principalmente à ciência em detrimento da tecnologia. Já a tradição norte-americana diferencia-se por focalizar os impactos socioambientais da ciência e, especialmente, da tecnologia. Esta corrente também apresenta um carácter político e regulatório acentuado, além de uma defesa da participação social na regulação da C&T (Palacios *et al.*, 2003; Fabrício, Freitas, 2020). Há, ainda, uma tradição latinoamericana dos

estudos CTS, referenciada pela sigla PLACTS (Pensamento Latinoamericano em Ciência Tecnologia Sociedade) que apresenta sua principal origem na Argentina, nas décadas de 1960 e 1970, e que busca maior independência científica e tecnológica de países do norte, além de uma produção de C&T voltada às necessidades locais (Roso; Auler, 2016).

Apesar de distintas, as tradições CTS concordam sobre a necessidade de debates sociais amplos para a construção de decisões mais democráticas sobre ciência e tecnologia. Neste sentido, a educação é um relevante campo dos estudos CTS (Auler, Bazzo, 2001; Palacios *et al.*, 2003; Macêdo, *et al.*, 2014; Morin, 2021). Sua importância se torna mais notável quando problemas ambientais impulsionados pela ação humana apresentam-se em escala global: não é possível criar barreiras físicas ou institucionais contra perigos que ameaçam a sobrevivência de toda a espécie. Institui-se, assim, a sociedade do risco, em que todos estão necessariamente implicados com os efeitos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia (Beck, 2011). Além disso, Beck (2011) esclarece que, na sociedade do risco, os perigos são intangíveis e para serem compreendidos, demandam o conhecimento de fórmulas químicas, átomos e ciclos geológicos abstratos. Logo, a consciência dos problemas da sociedade atual, o discernimento de posturas e opiniões e, enfim, a oportunidade de uma participação cidadã plena dependem diretamente da educação científica.

Sendo assim, a educação sob a perspectiva da abordagem CTS apresenta contribuições claras, uma vez que se baseia na discussão de problemas socioambientais por meio de conhecimentos científicos e dos aspectos sociais e tecnológicos que os envolvem. Esta abordagem fomenta o debate sobre dimensões associadas à história, à ética, à política e à economia, além de possibilitar o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e valores que permitam uma participação cidadã efetiva (Santos, Mortimer, 2000; Palacios *et al.*, 2003). A abordagem CTS também pode ser empregada por meio da associação da educação científica e da educação socioambiental (Farias, Freitas, 2007; Luz *et al.*, 2019).

A educação em uma perspectiva CTS é uma temática complexa, uma vez que envolve diversos debates curriculares construídos em diferentes partes do mundo (Solomon, 1993). Começaremos por meio das ideias propostas por Aikenhead (1994), uma vez que o autor canadense é um dos responsáveis por publicações seminais sobre o tema. Em seu texto de 1994 “O que é o ensino CTS?” (tradução nossa), Aikenhead esclarece quais os objetivos da abordagem, os conteúdos a serem ensinados, a estrutura que possibilita a integração entre os conteúdos de ciência e os estudos CTS e a sequência didática em que ela pode ser desenvolvida. Sobre o propósito da abordagem, Aikenhead (1994) considera que o currículo CTS representa uma mudança de paradigma em relação ao ensino tradicional, uma vez que

trata de assuntos controversos, debate a natureza da ciência e a relaciona a fatores sociais e tecnológicos (Solomon, 1993).

Neste sentido, a abordagem considera que o(a) educando(a) está inserido em três ambientes: o natural - o qual é investigado pelas ciências da natureza; o artificial, construído por meio da tecnologia; e o social. Com foco nas vivências cotidianas dos(as) estudantes, o ensino de ciências baseado na abordagem CTS busca apresentar os fenômenos naturais, de acordo com a visão científica, incorporando-os aos contextos sociais e tecnológicos dos(as) discentes. Neste sentido, o currículo CTS seria um arcabouço pedagógico que relaciona ciência, tecnologia e sociedade, voltadas ao ensino de ciências, e com o objetivo de trazer sentido às experiências vividas pelos(as) estudantes, considerando que eles(as) naturalmente tendem a integrar suas visões de mundo ao aprendizado (Aikenhead, 1994).

Além destas contribuições, outros(as) autores(as) atribuem objetivos para o currículo CTS. Medina e Sanmartín (1990) apud Pinheiro *et al.* (2007) sugerem que a reflexão constante sobre os contextos abordados e as formas de ensinar, além do combate à fragmentação do conhecimento também são intuitos da educação CTS, o que evidencia um alinhamento natural da abordagem com o pensamento complexo (Morin, 2015). Medina e Sanmartín (1990) e, baseados em diversos autores, também associam a abordagem CTS com a alfabetização científica guiada à construção de valores e à democratização da tomada de decisões sobre C&T. Tal processo de democratização é praticamente uma unanimidade entre os(as) estudiosos(as) sobre o intuito da educação no enfoque CTS (Medina, Sanmartín, 1990 apud Pinheiro *et al.*, 2007; Solomon, 1993; Aikenhead, 1994; Auler, Bazzo, 2001; Santos, Mortimer, 2002; Palacios *et al.*, 2003; Auler, Delizóicov, 2006). Medina e Sanmartín (1990) apud Pinheiro *et al.* (2007) e Solomon (1993) apresentam a ideia de democratização de forma clara: questionam a separação entre aqueles(as) que pensam e aqueles(as) que executam; e defendem a construção de um currículo educacional que oportunize o conhecimento e a cidadania a todos(as). Considerando a complexidade da crise social e ambiental atualmente vivida, em que ações individuais, como a separação do lixo reciclável; e coletivas, como o debate de políticas públicas, são essenciais para a sobrevivência de nossa espécie, o propósito da abordagem CTS se mostra bastante atual.

Para a desenvolver a cidadania nos(as) estudantes por meio da abordagem CTS, Aikenhead (1994) sugere uma sequência didática: iniciar por questões de cunho social. A compreensão desta questão possibilitaria o debate de conhecimentos tecnológicos e/ou científicos. Uma vez debatidos estes conhecimentos, o(a) professor(a) deve propor que os(as) estudantes se posicionem sobre a questão, apontando alguma solução ou decisão a ser tomada.

Para tal, eles(as) devem se basear no conhecimento científico envolvido, na tecnologia associada a ele e, por fim, os impactos sociais da decisão e quais valores a orientam.

Além da sequência apresentada na publicação seminal de Aikenhead, outros(as) pesquisadores(as) propõem abordagens distintas para o Currículo CTS. Isto inclui maior aproximação com questões ambientais, especialmente após o agravamento das alterações climáticas e da poluição do planeta. Por esta razão, alguns(mas) estudiosos(as) passaram a abordar a sigla CTSA: Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, com intuito de dar maior destaque ao aspecto socioambiental que perpassa os impactos do desenvolvimento e uso da ciência e da tecnologia. Não há consenso, contudo, dentre os(as) diversos(as) educadores que estudam a abordagem CTS e a CTSA. Para alguns(mas), o estudo do impacto social da tecnociência já abrange a atenção aos aspectos ambientais; para outros(as) a crise ambiental piorou desde o surgimento da abordagem CTS e é essencial a adição da letra “A”, pois em alguns casos, a discussão CTS pode se distanciar da dimensão ambiental e a presença do “A” reafirma a importância deste enfoque (Invernizzi, Fraga, 2007; Siqueira *et al.*, 2021)

Em busca de contribuir para a diferenciação entre CTS e CTSA, Siqueira *et al.* (2021) realizou uma aproximação entre a CTSA e a Lei 9795, de 1999, que estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental. Neste sentido, os autores se propõem a estabelecer uma identidade para a abordagem que vai além do maior foco nas questões ambientais. Ao todo, Siqueira *et al.* (2021) consegue estabelecer sete pontos de aproximação, dos quais destacamos: uma visão sistêmica da realidade, como conjunto de interações entre seres humano e a natureza; a percepção desta realidade como uma construção histórico-social; reconhecimento da diversidade cultural e a valorização pela busca de soluções para as demandas sociais.

É possível observar que várias destas aproximações também podem ser associadas à abordagem CTS, e como é defendido por Siqueira *et al.* (2021), currículos CTS e CTSA não são antagonistas; em verdade, apresentam propósitos em comum. Por tal razão, alguns estudiosos(as) optam por expressar-se pelo termo CTS, considerando que este implicitamente também engloba o termo CTSA, além de ser mais habitual nas publicações brasileiras sobre educação em ciências (Silva, Robaina, 2020; Garcia *et al.*, 2020). Silva e Robaina (2020) realizaram um estudo sobre tendências em pesquisas educacionais brasileiras associadas ao enfoque CTS, o que é de grande relevância para nossa temática. Afinal, uma das características desta abordagem é ser multicultural: considerar aspectos culturais e contextuais de cada país. Especialmente em países em desenvolvimento, ex-colônias de países europeus, Solomon (1993) sugere este cuidado, que é apoiado por estudiosos do currículo (Silva, 2010).

2.2.2 CTS e a educação científica no contexto brasileiro

Para começar nossas reflexões sobre CTS no contexto do Brasil, recorremos a Auler e Bazzo (2001), que apresentam uma publicação seminal sobre a vivência do currículo CTS no país. Para os autores, é fundamental considerar que os estudos CTS surgiram em países do norte global em uma fase de considerável abundância e distribuição de renda, além de que parte da população buscava, por seu próprio interesse, participar mais diretamente da tomada de decisões relacionadas à esfera social. Tal contexto ainda não aconteceu de forma tão significativa no Brasil. Além disso, graças ao passado colonial e a própria organização da geopolítica mundial, Auler e Bazzo (2001) pontuam que o desenvolvimento de C&T em nosso país não se deu de forma natural e imbrincada às estruturas sociais como nos países de “primeiro mundo”. Os autores consideram, também, que os incentivos à pesquisa e à industrialização no Brasil ocorreram de forma mais efetiva, principalmente, já em meados do século XX, fortemente influenciados pelos modelos europeus ou norte-americano, pouco refletindo as peculiaridades nacionais.

Desde então, os interesses que orientam as políticas de fomento à pesquisa, que são inconstantes, nem sempre são alinhados ao bem-estar da maioria da população; parecem estar ligados a fatores externos ao país. Criou-se, assim, uma ciência que se desenvolveu pouco associada à sociedade e à indústria brasileira, que tendem a importar mão-de-obra especializada, tecnologia e saberes científicos. Nossa sociedade, neste contexto, mantém-se apartada tanto dos benefícios quanto dos debates mais expressivos associados à C&T, mesmo que sejam diretamente afetadas pela desigualdade ocasionada pela exclusão. Neste sentido, qualquer debate sobre a educação científica numa perspectiva CTS para o Brasil deve considerar estas peculiaridades. Os autores sugerem que um dos caminhos para que estas discussões se desenvolvam é por meio da investigação do que professores(as) brasileiros (as) pensam sobre o assunto e a proposição de debates sobre o tema na formação docente (Auler; Bazzo, 2001).

Outra publicação que busca compreender a abordagem em um contexto local é a realizada por Auler e Delizoicov (2015) com o objetivo de debater investigações relacionadas aos estudos CTS na América Latina. Para tal, os autores estudam o PLACTS, que já mencionamos de forma mais superficial anteriormente, e que é apresentado por Auler e Delizoicov (2015) como uma visão crítica da transferência de tecnologia de países do norte global para a América Latina. Mais que artefatos e saberes, esta transferência representa um modelo social, muitas vezes distantes das necessidades reais da população local. O PLACTS,

contudo, não se desenvolveu tão ligado ao campo educacional. Neste sentido, os autores buscam realizar uma aproximação dele com o pensamento de Paulo Freire, que dialoga com as demandas sociais e os interesses da comunidade na qual as ações educativas são desenvolvidas. Freire, contudo, não se aprofundou tanto em temáticas C&T, como os estudos PLACTS (Auler, Delizoicov, 2015).

Os autores citam a principal semelhança entre Freire e PLACTS: a superação da dicotomia concepção e execução, que muitas vezes possibilita uma realidade injusta e orientada aos interesses externos e/ou minoritários. Neste sentido, Auler e Delizoicov (2015) propõem que uma aproximação entre o pensamento freiriano e o PLACTS pode ajudar na construção de caminhos que permitam que demandas locais sejam inseridas na produção de C&T. A primeira possibilidade é a junção da educação problematizadora de Freire, que propõe uma visão crítica da sociedade, com a abordagem crítica da ciência, proposta pela PLACTS, que desconstrói sua suposta neutralidade e considera que aspectos políticos, históricos e sociais influenciam nos problemas que os(as) cientistas escolhem investigar, bem como nas teorias propostas para eles.

Além disso, Auler e Delizoicov (2015) propõem mudanças no modo como a pesquisa científica latinoamericana é conduzida: o fortalecimento da extensão universitária como uma porta de entrada de demandas da comunidade e uma aproximação da investigação temática, proposta por Freire, para o ambiente escolar. Esta abordagem propõe que o processo educacional deve ser realizado por meio de questões que surgem da própria comunidade. Auler e Delizoicov (2015) propõem que uma abordagem semelhante seja realizada para debater a agenda de pesquisa das universidades, inclusive das áreas de C&T. Para os autores, estas estratégias combateriam a “pseudoparticipação”, que é quando a comunidade é convidada a participar apenas quando já foi definido o essencial de alguma política, seja ela o currículo escolar, as temáticas de pesquisa ou a agenda ambiental.

Além destas estratégias, os(as) pensadores(as) do PLACTS vão mais além ao propor adequação sociotécnica (AST), uma visão da tecnociência como uma construção que deve ser projetada com a inclusão de valores humanísticos e interesses externos às instituições que produzem os saberes tecnocientíficos (Dagnino, 2009). Dentre os desdobramentos da AST, estão as Redes de Economia Solidária, Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares e Cooperativas Populares. Para os autores, tais iniciativas se aproximam da criação do inédito viável, proposto por Freire: a construção de algo novo, desconhecido, mas sonhado e que possibilita novas conquistas em âmbito social (Auler, Delizoicov, 2015).

Além de aspectos relacionados à reflexão teórica, é importante conhecer as tendências das pesquisas CTS associadas à educação científica no contexto brasileiro. Garcia *et al.* (2020) realizam uma análise dos trabalhos socializados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) entre os anos de 2011 e 2017. Ao todo, foram analisados 241 trabalhos associados a linha temática CTS do evento. Garcia *et al.* (2020) observaram algumas tendências: a ocorrência majoritária de trabalhos com dois ou mais autores, o que indica uma propensão de estudos colaborativos na área.

Sobre as instituições de ensino superior às quais estão associados os(as) autores(as) dos trabalhos, observamos que 96% são públicas, em sua maioria associadas às regiões sul e sudeste do país. De acordo com Garcia *et al.* (2020) tais dados são reflexo da importância das universidades públicas no desenvolvimento de pesquisas, além de revelar a desigualdade na distribuição de programas de pós-graduação no Brasil. Outra tendência apontada pelos autores é de que apenas 5,4% dos trabalhos analisados explicitam que sua construção se deu por meio de parceria com escolas, colégios, prefeituras, Secretarias de Educação, entre outros, o que revela que o elo entre escola-universidade para a educação científica ainda precisa ser mais explorado no país (Garcia *et al.*, 2020).

A respeito do nível de ensino que os trabalhos mais exploram, destaca-se o Ensino Médio (31,3%) e o Ensino Superior (17,7%); o Ensino Fundamental apresenta um número incipiente de estudos (cerca 8% e 10%, para o Ensino Fundamental I e II, respectivamente), enquanto a educação infantil apresenta uma quantidade irrisória. Algo semelhante ocorre com o número de estudos que envolvem espaços não-formais de ensino e comunidades: cerca de 2% e 1%, respectivamente. Esta lacuna é especialmente preocupante quando consideramos que não apenas as pessoas em idade escolar são impactadas pelos efeitos sociais da tecnociência ou da crise climática atual. Sobre quais indivíduos as pesquisas investigam, a maioria é sobre estudantes (cerca de 50%), em seguida professores(as) – 10%. Estudos que envolvem ambos representaram apenas 2% dos trabalhos (Garcia *et al.*, 2020). Considerando a complexidade inerente da implementação de um currículo CTS, a investigação dos desenvolvimentos discente e docente é uma temática que pode ser explorada de forma mais ampla.

Sobre os referenciais escolhidos pelos(as) pesquisadores(as) destacam-se autores brasileiros, como Décio Auler, Wildson Luiz Pereira dos Santos e Walter Antônio Bazzo; no âmbito internacional o canadense Glen S. Aikenhead e o espanhol José Antônio Acevedo-Díaz, são os mais citados, contudo, sem a mesma expressão que os brasileiros, o que demonstra que o país já apresenta reflexões próprias sobre CTS e educação científica. Por fim,

os autores destacam um aumento do número de trabalhos publicados na linha temática sobre CTS, o que indica que a temática de pesquisa se mantém relevante e em expansão, apesar de ainda enfrentar desafios para se aprimorar em aspectos metodológicos (GARCIA *et al.*, 2020).

Uma vez debatidas algumas tendências, podemos discutir controvérsias da área. Para isso, Brito e Sousa (2015) analisaram 31 dissertações e oito teses publicadas entre os anos de 2000 e 2010 e que relacionavam CTS e educação científica. A tendência predominante são estudos realizados nas regiões sul-sudeste do Brasil, da componente curricular química em detrimento da biologia, da física e das ciências e do ensino médio em detrimento do fundamental. Além disso, os trabalhos foram divididos em dois grupos: aqueles que investigavam as percepções de licenciandos(as) e professores sobre as relações CTS e aqueles que desenvolveram propostas para esta abordagem educativa.

No primeiro grupo, as principais controvérsias encontradas se deram nas falas dos(as) licenciandos(as) e relacionam-se à compreensão da ciência como neutra, refletida na dificuldade de conduzir debates sobre os modelos científicos, seu carácter histórico, cultural, bem como as complexas relações CTS. Outra controvérsia observada se relaciona às críticas que os futuros(as) professores(as) realizam às abordagens mais tradicionais de ensino e à dificuldade em deslumbrar processos educativos mais críticos de forma concreta. As pesquisas apontam, também, que os(as) professores(as) em formação tendem a questionar como ensinar, mas não o que ensinar, o que demonstra a necessidade de oportunizar debates mais críticos e profundos sobre currículo (Brito; Souza, 2015)

As controvérsias observadas no segundo grupo de trabalhos são aquelas que surgiram quando os(as) pesquisadores(as) propuseram que os(as) licenciandos(as) desenvolvessem atividades de ensino baseadas na abordagem CTS. A primeira tendência observada foi uma resistência dos(as) universitários em desenvolver algo novo: falta de tempo, receio de não abordar tantos conceitos científicos e/ou com a profundidade desejada e perda da identidade profissional foram alguns dos pontos controversos levantados. Mesmo quando conseguiam realizar algum aprendizado sobre CTS, eles(as) tinham dificuldade em desenvolver atividades educativas considerando os aspectos da abordagem. Outro desafio é a escassez de materiais didáticos e midiáticos que contribuíssem para o ensino de ciências alinhado à CTS. Considerando as dificuldades enfrentadas na formação inicial, Sousa e Brito (2015) consideram que elas não sejam facilmente superadas após a graduação; muitas vezes elas são substituídas pela “solidão profissional”, que dificulta uma evolução na compreensão e do desenvolvimento da perspectiva CTS. Neste sentido, cursos de formação continuada são essenciais para a construção de um ensino de ciências mais crítico. Além disso, o

desenvolvimento de ferramentas e materiais didáticos que suportem o trabalho docente é essencial (Brito; Sousa, 2015).

Tais recomendações são reforçadas por Bazzo (2018), umas das principais referências para a educação científica na perspectiva CTS no cenário nacional. Bazzo (2018) propõe uma reflexão sobre o campo de estudo nos últimos 30 anos e sugere que é tempo de realizarmos uma educação menos comportada e burocrática. Esta tendência, contudo, não é observada apenas no campo educacional: a necessidade de resolver problemas complexos por meio de métodos menos rígidos e transdisciplinares é observada nas falas de pensadores(as) de diferentes áreas (Bazzo, 2018).

Bazzo (2018) também reflete que os(as) pesquisadores(as) da educação, de modo geral, ainda estão distanciados(as) das escolas, além de se prenderem excessivamente às regras do método científico positivista ou às referências-chave da área. Para o autor, é necessário que saibamos a diferença entre o treinamento e a educação: o primeiro nos prepara para combater a surpresa, enquanto a segunda nos prepara para ela. Isto demanda uma abordagem mais ousada, que se oponha à inércia em relações às mudanças necessárias na educação tecnocientífica, de modo que os indivíduos tenham a possibilidade de compreender a complexa equação civilizatória na qual vivemos. Esta equação, além das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, envolve questões ambientais, éticas, políticas e informacionais da atualidade.

Nesse sentido, o processo educativo deve possibilitar a reflexão sobre a relação humana com seu entorno, para contribuir para a maior harmonia entre povos e entre nós e o planeta. Para alcançarmos esta realidade, é essencial que os(as) pesquisadores se aproximem das escolas, no sentido de construir currículos menos herméticos e com disciplinas mais interligadas. O papel dos(as) professores(as), não apenas de ciências naturais, mas de qualquer disciplina, é possibilitar a reflexão sobre esta complexa crise que segue permeando o cotidiano da civilização contemporânea.

“Portanto, respiremos logo essa possibilidade inadiável de entender com mais profundidade o complexo processo civilizatório contemporâneo. Caso contrário será inexorável nossa asfixia pela falta de reflexão de problemas já identificados, mas, infelizmente pouco ‘atacados’ no chão da escola” (BAZZO, 2018, p. 274).

Sensibilizados pela reflexão de Bazzo (2018) e dos diversos autores que debatemos até aqui, buscamos contribuir para a construção de saídas que estreitem as relações entre universidade e escola e que tragam fôlego para as urgentes e necessárias mudanças de paradigmas. Considerando a importância que a formação e o trabalho docentes apresentam para este cenário, debateremos brevemente a relação destes com os estudos CTS.

2.3 Formação, agência docente e materialização da educação CTS

A busca por formas de concretizar a educação em uma perspectiva CTS perpassa a proposição de currículos e de estratégias de ensino. Sobre esta temática, Solomon (1993) relaciona os fatores complexos que possibilitam a materialização de um currículo CTS. Nela, os(as) agentes educacionais apresentam relevada importância, cada em seu domínio de ação. No Quadro 1, Solomon (1993) apresenta os(as) agentes e seus domínios e acreditamos que ele possibilita uma reflexão sobre a vivência de uma educação CTS. É importante ressaltar, contudo, que se trata de uma simplificação didática para facilitar a discussão: as interações humanas e sociais, em conjunto com as especificidades de cada contexto fazem a idealização e as vivências curriculares mais complexas que este quadro.

Quadro 1 - Agentes educacionais e seus domínios de ação

<i>Domínios de ação</i>	Documentos de políticas públicas	Formação docente	Trabalho dos(as) professores (as)	Aprendizado discente
<i>Agentes</i>				
Agentes do governo	Forte	Razoável	Fraco	Fraco
Pesquisadores(as)	Razoável	Forte	Razoável	Fraco
Idealizadores(as) do currículo	Razoável	Fraco	Forte	Fraco
Professores(as)	Fraco	Fraco	Forte	Forte

Fonte: Solomon (1993) - Adaptado

A reflexão proposta revela como mudanças curriculares são complexas e coletivas. Afinal, políticas educacionais, incluindo o currículo oficial embasam e norteiam o ensino de ciências, contudo, podem ser demasiadamente abstratas. Por exemplo, um dos descritores da BNCC para o ensino de ciências no ensino fundamental II é “Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais” (BNCC, 2018). Tal

orientação pode apresentar certa aproximação com a abordagem CTS, mas fazer com que ela se concretize nas salas de aula, especialmente em uma perspectiva que gere a reflexão, é um desafio. Neste sentido, por mais que as políticas educacionais tenham importância e influenciem políticas públicas, elas ainda estão distanciadas do aprendizado discente.

No contexto brasileiro, em que a LDB (1996) articula documentos curriculares, processos de avaliação externa do ensino e oferta de material didático para a educação pública, o currículo oficial apresenta influência na produção de materiais didáticos - especialmente livros - e nas propostas curriculares estaduais e municipais, que são produzidas pelo que Solomon (1993) chama de idealizadores do currículo. Tais idealizadores podem ser professores(as) da educação básica, pesquisadores(as) ou demais agentes sociais. Contudo, o currículo oficial pode ter pouca influência no trabalho docente, já que no contexto do(a) professor da educação básica e pública, desde que não haja alguns esforços de formação e convencimento, as ideias propostas por idealizadores curriculares e pesquisadores(as) podem ter pouco efeito (Solomon, 1993). No âmbito da formação docente, pesquisadores(as) são os(as) principais educadores(as), especialmente no nível inicial, e por isso apresentam considerável influência, especialmente em comparação com os(as) idealizadores do currículo. Agentes políticos podem apresentar alguma influência por meio dos documentos curriculares e pensadores debatidos durante o curso. Já no trabalho docente, pesquisadores que realizam educação continuada e idealizadores do currículo, tanto na figura de autores(as) de livro ou de propostas curriculares estaduais e municipais, podem apresentar certa força. Contudo, a principal influência é a do(a) professor(a), que discute os temas e escolhe as abordagens (Solomon, 1993).

No caso do da aprendizagem discente, esta é a principal influência, uma vez que a relação do(a) estudante com o currículo de ciências está diretamente ligada à figura docente. Este é um ponto central que Solomon (1993) busca discutir: a necessidade do engajamento dos(as) professores(as) para materializar um currículo CTS, discussão esta que é embasada também estudos sobre mudanças curriculares (Zoller, Watson 1974; Alkahtani, 2017; Jenkins, 2019; Sullanmaa *et al.* 2019; Burt, Boesdorfer, 2021). Por reconhecer a centralidade dos professores da educação básica na materialização do currículo CTS, Solomon (1993) ouviu uma série destes profissionais que buscaram realizar esta tarefa e chegou a conclusões sobre o processo. A primeira delas é que não basta “importar” o currículo para escola, é necessário refletir sobre ele, realizar adaptações necessárias ao contexto e demandas discentes e refletir sobre a materialização, buscando aprimorá-la; logo, o engajamento dos(as) professores(as) é essencial. Outro ponto é que realizar este trabalho se torna mais fácil quando um grupo de

profissionais decide trabalhar em conjunto, com um objetivo comum. Já participação de docentes na elaboração de políticas e/ou materiais curriculares pode ser uma experiência que enriquece a experiência profissional e revigora a motivação do(a) educador(a) em incorporar mudanças no currículo; algo semelhante ocorre quando os(as) profissionais são envolvidos ativamente em projetos e/ou pesquisas em educação científica (Solomon, 1993).

Considerando a relevância da formação e do trabalho docente para a materialização da educação científica CTS, realizamos uma pesquisa de estudos internacionais sobre a temática. Neste sentido, realizamos uma busca simples na base ERIC com o descritor “Ciência e Sociedade”, que é o recomendado pela plataforma para acessar artigos associados à abordagem CTS/CTSA. Mais de nove mil publicações revisadas por pares foram exibidas. Para refinar um pouco nossa busca, escolhemos associar o descritor “Agência Docente”, que representa um conceito de mesmo nome e que de acordo com Melo *et al.* 2022, pode ser entendido a capacidade do(a) professor(a)

“de se instituir enquanto decisor curricular, tendo em conta condições, tais como políticas curriculares nacionais e locais e condições da própria escola em que atua; significa levar em consideração que, embora o professor seja o sujeito privilegiado que pratica o currículo (MELO, 2019), ele integra uma organização que o conjuga a outras práticas (discente, gestora, epistemológica) (SOUZA, 2009), também organizadas a partir de políticas globais, nacionais e locais que agem diretamente sobre a forma como ele realiza suas ações curriculares.” (Melo *et al.*, 2022, p.5)

Escolhemos este conceito para estudar a relação dos(as) professores(as) de ciências com a materialização da educação CTS pois consideramos que a agência docente considera a complexidade de fatores que influenciam na formação e trabalho destes profissionais. Afinal, agência docente se relaciona com a formação inicial e continuada, as condições de trabalho, as políticas curriculares, além de características e motivações pessoais que produzem uma atividade profissional única. Além disso, a agência docente

“transcende a perspectiva de um esforço ou característica pessoal, uma vez que se desenvolve na articulação entre esforços individuais, recursos disponíveis e fatores contextuais e estruturais que se unem tendo em vista um determinado objetivo” (Melo *et al.*, 2022, p.5).

Acreditamos que esta abordagem considera, de forma justa, a possibilidades de ação docente: as(os) professoras não são meras(os) aplicadoras(os) do currículo ou vítimas do contexto em que são inseridas, nem capazes de atuações miraculosas em detrimento do contexto em que atuam. Além disso, a agência não é estática; pode mudar de acordo com alterações dos fatores supracitados.

O trabalho de Jenkins (2019) é um exemplo da potencialidade do conceito de agência docente para estudar a interação entre professores(as) e novas propostas curriculares e/ou ferramentas teóricas. A autora estudou como profissionais reagiram à implementação de um novo currículo oficial na Austrália. Para tanto Jenkins (2019) construiu um modelo que considera como aspectos ambientais - contexto, gestão e estrutura escolar -, comportamentais e pessoais dos(as) professores se relacionam para construir agência docente, de modo que o trabalho docente se alinhe ou não à nova proposta curricular/ferramenta teórica. Este modelo se chama *Triadic Reciprocity Framework Core Agency Concepts* (TRFCAC), em tradução livre Estrutura Conceitual Triádica de Agência Central, e possibilitou que, ao longo de três anos, Jenkins (2019) acompanhasse a experiência de alguns professores(as) com o currículo oficial.

A interação entre determinantes comportamentais, ambientais e pessoais possibilitou que a observação de três agências nos discursos docentes: a proativa, na qual os(as) professores realizam a nova abordagem como uma escolha pessoal; a reativa, na qual os(as) profissionais se sentiam obrigados(as) a fazer mudanças por alguma imposição do contexto; e a passiva em que os professores resistiram à nova proposta, alterando-a. A autora notou que os(as) professores apresentam diferentes agências ao longo do tempo, mas destacou que apoio da gestão escolar, espaço para propor mudanças e para decisões democráticas, além de tempo para estudar o novo currículo/ferramenta teórica contribuíram para uma agência proativa. Já relações pobres com os colegas e a gestão escolar, além da falta de conhecimento contribuíram para agências passivas, enquanto o excesso de trabalho e mudanças excessivas no currículo estimularam agências reativas (Jenkins, 2019). A capacidade do trabalho de Jenkins (2019) em discutir sobre a complexidade que permeia a relação dos(as) educadores com perspectivas teóricas que são propostas para seu trabalho nos estimulou a usar a agência docente e o modelo TRFCAC para estudar a relação de alguns professores(as) com a ECC e a FACTS após a realização da formação continuada.

Dessa forma, acreditando na potencialidade de empregar a agência docente para o estudo da relação entre o trabalho de professores(as) e a educação científica CTS,

seleccionamos alguns estudos que relacionavam as temáticas e que estão disponíveis na plataforma internacional ERIC. Destacaram-se alguns estudos turcos, dentre eles o de Anagun e Ozden (2010) e Çam (2023). Ambos tinham como objetivo compreender como um grupo de professores(as) de ciências em formação compreendiam e valorizam aspectos sociais e de natureza da ciência para o ensino tecnocientífico. Ambos empregaram questionários e diários para acompanhar o desenvolvimento dos(as) licenciandos(as). Anagun e Ozden (2010) revelaram que os quase 70 licenciandos(as) acompanhados(as) acreditam que a abordagem da ciência por meio de questões de relevância social ajuda em: conhecimentos gerais, compreensão da relação ciência-tecnologia-sociedade-ambiente e do desenvolvimento do processo científico, o desenvolvimento de habilidades para resolução de problemas, valores e atitudes. Contudo, os(as) professores(as) em formação não se sentem, em sua maioria, capazes de realizar esta abordagem enquanto profissionais e associam esta dificuldade ao próprio currículo universitário, que não os(as) prepara para esta abordagem. Dentre aqueles(as) que se sentem capazes, atribuem-na aos seus interesses pessoais, e não à formação inicial.

Cerca de 20 anos após a publicação de Anagun e Ozden (2010), Çam (2023) realiza um estudo semelhante, contudo, com apenas 16 licenciandos(as) e oferecendo uma formação de 40 horas sobre o tema. Os resultados apresentados indicam que a abordagem teórico-prática realizada no curso contribuiu para a visão dos(as) futuros(as) professores sobre a temática se tornasse mais ampla e madura. O repertório sobre como abordar o conhecimento tecnocientífico e suas relações com a sociedade também se expandiu superando comumente os apresentados em livros didáticos. Aspectos de natureza da ciência, concepções alternativas, ou até mesmos equivocadas, foram esclarecidas e aprofundadas. Um aspecto em que os estudos de Anagun e Ozden (2010) e Çam (2023) se conectam é na autopercepção docente: no primeiro estudo, os(as) profissionais, em sua maioria, se sentiam pouco confiantes sobre as temáticas associadas à relação CTS, enquanto em Çam (2023), após a breve formação, os(as) licenciandos(as) apresentaram repertórios de abordagem e foram capazes de indicar aquelas de sua preferência. Uma formação curta já possibilitou mudanças, o que reafirma a importância e a potencialidade de formações para a construção de uma agência docente alinhada à CTS.

Outra faceta da formação docente e o ensino de ciências na perspectiva CTS é o desenvolvimento de professores(as) já graduados e em seu exercício profissional. Tsai (2002) acompanhou uma professora de ciências em seu terceiro ano de carreira e que lecionava em uma escola de ensino fundamental em Taiwan. A profissional foi acompanhada por oito

meses pelo pesquisador, que também atuou como orientador, ainda que de forma mais distanciada: Tsai (2002) sugeriu leituras, esclarecia dúvidas e encorajava a professora. Ela, por sua vez, manteve um diário de bordo e enviava gravações de suas aulas. Os resultados alcançados indicam que a professora foi capaz de desenvolver uma visão mais crítica da ciência e, por meio dela, promover uma abordagem mais crítica e focada no desenvolvimento discente, algo que a profissional não havia realizava antes. O pesquisador salienta como uma formação à longo prazo e com um apoio constante de um orientador pode ser um fator importante que possibilitou esta mudança, em detrimento de cursos teóricos e mais curtos. Além disso, Tsai (2002) também ressaltou a vontade da professora em se aprimorar e a visão positiva que ela apresentava de seus(suas) estudantes e do próprio ensino de ciências. Dentre os desafios que a professora enfrentou com a abordagem CTS, o pesquisador identificou o currículo oficial pouco flexível, a pressão exercida por avaliações externas, a falta de apoio de colegas e limitações de recursos nos contextos locais. Tsai (2002) destaca ainda como a agência docente também é perpassada por realidades políticas existentes, situações e culturas e que a construção de uma política de educação científica que busque a implementação da abordagem CTS deve considerar esta complexidade.

Outro estudo que investiga os aspectos que envolvem a construção de uma agência docente reflexiva foi realizado por Bilgin e Balbag (2018), na Turquia. Os pesquisadores atribuem, em seu referencial teórico, quatro fatores que podem influenciar o desenvolvimento profissional de professores(as) de ciência e tecnologia: características pessoais, o acesso à formação continuada, à capacidade da instituição de ensino de informar e acolher o(a) profissional em suas necessidades e, por fim, na habilidade do(a) professor(a) de realizar mudanças em sua prática. Considerando estas diretrizes, um questionário foi construído, respondido por 130 professores(as). Os resultados tratados estatisticamente indicaram que professoras, em geral, apresentaram melhor capacidade de comunicação e maior tendência em atualizar sua prática do que professores. Uma maior busca por formação continuada foi associada à disponibilidade de laboratórios mais bem equipados e a uma cultura escolar acolhedora; menos anos de idade relacionou-se à maior disponibilidade de aprender novas tecnologias (Bilgin, Balbag, 2018).

Apesar de ter sido realizadas em país bastante distinto, as discussões propostas por Bilgin e Balbag (2018) podem indicar caminhos para a construção de uma agência docente que se alinhe à uma educação científica mais aberta à abordagem CTS no Brasil. São elas: a construção de culturas escolares mais acolhedoras, a disponibilidade de recursos e valorização da capacidade feminina de impactar positivamente nas áreas de ciência e tecnologia. De

forma semelhante, o estudo de Tsai (2002) também respalda estas conclusões, além de valorizar a motivação docente como fundamental para realização de mudanças em sua agência, além de esclarecer que esta mudança não é solitária: deve ser permeada por formação docente, especialmente de longo prazo, que aplaque a solidão muitas vezes enfrentada por professores(as) de ciências. Ambos os estudos também concordam em enfrentar a complexidade inerente à multiplicidade de fatores que envolve o processo educativo de ciências, especialmente na perspectiva de ensino CTS.

Dentre os estudos internacionais que discutimos até o momento, observamos certa predominância de pesquisas que envolvem uma quantidade considerável de professores e/ou estudantes e que utilizam ferramentas estatísticas para a análise de dados. Tal tendência é confirmada por Bennett *et al.* (2006) que realizou uma pesquisa sobre 17 estudos experimentais, em oito países predominantemente do norte global, que relacionavam a educação científica no ensino médio e a abordagem CTS entre 1980 e 2003. Foram considerados, para a produção dos dados, apenas os artigos que coletaram dados de maneira mais variada e empregaram ferramentas estatísticas. Os principais temas explorados nestas pesquisas foram a compreensão do conhecimento científico, atitude em relação à tecnociência, desenvolvimento de habilidades e como as questões de gênero perpassam estas problemáticas.

Os autores notaram, também, que o convencimento dos benefícios e a motivação dos(as) professores(as) tendem a impactar positivamente o desenvolvimento da abordagem CTS. O estudo também apontou que, geralmente, a abordagem CTS não apresenta inconvenientes no desenvolvimento da compreensão da ciência e apresenta benefícios consideráveis em termos de atitudes em relação à ciência escolar (Bennett *et al.*, 2006). Tal apontamento, considerando um estudo tão amplo, fortalece o uso da abordagem CTS como uma ferramenta conceitual e curricular importante para o ensino da ciência e para o trabalho e formação docentes em um momento permeado por crises: ambiental, social e de informação.

Para concluir nosso breve debate sobre educação científica CTS e agência docente, propomos o artigo escrito por Aikenhead (2022), mesmo autor da publicação seminal de 1994 com a seção “Ciência Tecnologia e Sociedade”. Quase três décadas depois, Aikenhead (2022) se propõe a discutir os aprendizados que separam as propostas incipientes de currículo CTS, em 1970, até a atualidade, bem como as reformas motivadas por sua implementação. Aikenhead (2022) debate que mudanças curriculares se realizam por meio de interações mais complexas do que a integração entre (a) política educacional, (b) pesquisa e a (c) prática dos professores(as). Existem interesses políticos, de diferentes agentes sociais, que devem ser

considerados para que mudanças de fato ocorram. Neste cenário mais complexo, algumas reflexões podem ser cruciais, dentre elas está o respeito à diversidade discente, tanto em seus interesses quanto em seus contextos. É necessário construir uma educação científica, humanística e cidadã para todos(as) e que possibilite o aprofundamento necessário para os(as) que desejam. Caso isso não seja realizado, arriscamos permanecer na situação atual, fruto de um currículo que buscou formar mini-cientistas, que promoveu mudanças tecnocientíficas, mas contribuiu para a crise política, ambiental e econômica atual.

Outra agenda defendida por Aikenhead (2022) é a conscientização dos(as) professores(as) em treinamento e em exercício, assim como os pesquisadores em educação a respeito da escolha política que realizam ao exercer sua profissão. Esta escolha muitas vezes é pouco consciente, o que possibilita, muitas vezes, que a escola contribua para a manutenção do *status quo* e os problemas que ele apresenta. Consideramos que esta reflexão de Aikenhead (2022) reforça a importância central da agência docente - que inclui aspectos atitudinais dos(as) professores(as) - na materialização da educação alinhada à abordagem CTS e que respeite a complexidade do real. A Educação Científica Crítica pode contribuir muito para esta problemática e será o tema de nosso próximo tópico de discussão.

2.4 Educação Científica Crítica (ECC)

Mediante as discussões e demandas que tentamos ilustrar anteriormente e que permeiam o campo de pesquisa em educação científica, Freitas *et al.* (2019) buscaram conceber um ensino de ciências embasado pela complexidade moriana e pelos estudos CTS. Esta abordagem recebeu o nome de Educação Científica Crítica (ECC) é caracterizada pelas autoras como

“multidimensional, rigorosa, holística e relacional, comprometida com o princípio da precaução, socialmente responsável e apoiada na mudança sociocultural rumo à sustentabilidade, tanto para reverter os processos de deterioração ecológica do planeta como para alcançar a equidade e a justiça no plano social e global” (FREITAS *et al.*, 2019, p. 762).

Contudo, para avançarmos na discussão sobre a ECC, é fundamental esclarecer seu processo de elaboração teórica. Freitas *et al.* (2019) indicam uma tendência que já mencionamos, com respaldo de Brito e Sousa (2015): a expansão dos estudos CTS tem tornado o uso do termo polissêmico para a construção e debate de abordagens educacionais

mais ou menos críticas. Neste sentido, para trazer maior consenso entre os(as) pesquisadores da área, Freitas *et al.* (2019) desenvolveram o método Delphi com 37 especialistas de países iberoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, Portugal e Espanha. Tal método consiste na realização de questionários sucessivos, cujas respostas são analisadas após cada rodada, de modo a identificar tendências que são reapresentadas para os(as) pesquisadores(as) para que eles(as) apresentem sua concordância ou discordância, o que possibilita o mapeamento de pontos comuns. Dentre os aspectos investigados por Freitas *et al.* (2019) estão os pressupostos centrais, os principais desafios para o desenvolvimento da ECC, além das contribuições que a abordagem pode trazer e os avanços no campo percebidos pelos(as) especialistas.

Sobre os pressupostos centrais, os resultados mostraram que a ECC é essencialmente uma proposta educacional participativa, emancipatória e cidadã, orientada à transformação social. A criticidade é compreendida como uma ferramenta de luta para esta mudança, para superação de obstáculos, e que engloba a compreensão da ciência como prática social e cultural que interage com outras presentes em nossa sociedade. Os valores que norteiam a ECC são “senso de solidariedade, cooperação e colaboração rumo à igualdade social” (Freitas *et al.*, 2019, p. 761), enquanto as habilidades a serem desenvolvidas são “argumentação, investigação, compreensão e uso de linguagens, autonomia, responsabilidade [...] e organização” (Freitas *et al.*, 2019, p. 762).

Como prática de ensino, a Educação Científica Crítica foi associada à interdisciplinaridade, considerando a complexidade do real; à contextualização; à problematização, que consiste em fomentar o questionamento dos(as) estudantes, em vez de oferecer respostas a perguntas que são estranhas a eles e elas; e à discussão de aspectos de natureza da Ciência. Nesta abordagem, o currículo é entendido como uma prática social e a criticidade norteia as ações educativas, que devem respeitar as diferenças e buscar a mediação de conflitos. Aspectos curriculares também devem considerar a relação dialógica entre teoria e prática, além de fomentar um ensino para a vida, não apenas propedêutico.

Ainda no campo dos pressupostos da ECC, está compreendida a concepção de sujeito-cidadão com as habilidades de

“i) buscar e interpretar informações científicas e debater consequências com base na ciência; ii) acessar frequentemente a informação científica como necessidade vital; iii) construir respostas cientificamente plausíveis sobre qualquer assunto contemporâneo; iv) usar com habilidade uma atitude

inquiridora, de verdades e crenças, de análise, reflexão, entendimento da linguagem e do discurso científicos; iv) pensar cientificamente e usar os conhecimentos para resolver problemas e analisá-los de forma crítica; v) impor limites e contornos nítidos naquilo que acredita colocando-se como crítico da religião, de hegemonias e da própria ciência; vi) emitir explicações fundamentadas e razoáveis com base em evidências; vii) assumir as metodologias e o ‘modus operandi’ da ciência como algo aplicável a sua realidade imediata e sensível; viii) ajudar cada um a enfrentar a vida e alcançar uma participação esclarecida e racional numa sociedade democrática; ix) ter consciência sobre os problemas ambientais que a humanidade enfrenta na atualidade; x) reconhecer as limitações dos discursos salvacionistas da ciência; xi) compreender os diferentes interesses sociais, políticos e culturais que permeiam a produção do conhecimento científico; xii) reconhecer os conhecimentos científicos como elementos importantes para uma formação científica crítica; xiii) saber articular o conhecimento do campo científico com outras esferas do conhecimento como filosofia, história, sociologia etc” (FREITAS *et al.*, 2019, p. 763).

Na busca da concretização de processos que formem esta(e) cidadã(o), os(as) pesquisadores(as) mapearam alguns problemas enfrentados pelos(as) educadores(as). Eles estão associados às políticas públicas, especialmente em relação a investimentos e o desenvolvimento de programas; às questões do campo, como controvérsias teóricas e falta de integração escola-universidade; e às características dos sistemas nacionais de educação, como problemas na formação continuada docente, nas condições de trabalho dos(as) professores(as) e questões curriculares. De forma mais específica, este último grupo de problemas também engloba a escassez de recursos, de espaço físico no ambiente escolar e de flexibilidade e riqueza da estrutura curricular tradicional. Além disso, devemos considerar a complexidade que envolve a condição docente: “sobrecarga física e psicológica, desmotivação profissional, desatualização salarial, excesso de alunos por docente” (Freitas *et al.*, 2019, p. 764). Em aspecto mais amplo, devemos considerar desafios como a rigidez institucional da escola, especialmente para construir práticas educacionais mais interdisciplinares, que possibilitem a sinergia de saberes para a discussão da complexidade, e que sejam focadas nos(as) estudantes.

Neste contexto, a ECC pode contribuir, em âmbito social, para: a ampliação do diálogo e da participação cidadã, uma visão mais ampla de aspectos de natureza da ciência, o enriquecimento da formação de professores(as), o desenvolvimento de habilidades e

competências nos estudantes, além da articulação entre os conhecimentos, em uma perspectiva complexa. Sobre os avanços que os(as) especialistas observam no sentido de concretização da ECC estão a busca de muitos(as) professores(as) por mudanças positivas em suas atividades profissionais; as possibilidades que as tecnologias educacionais representam, especialmente no âmbito da educação integral; o acesso à informação propiciado pela internet, que apesar de possibilitar a maior difusão de *fakenews*, também traz potencialidades educativas e de reflexão complexa, uma vez que disponibiliza diferentes pontos de vista. Outros avanços apontados são a implementação de políticas públicas que paulatinamente inserem aspectos da abordagem CTS nos currículos de ciências, o lento aumento na formação de professores(as) com experiência em pesquisa e de pesquisadores(as) interessadas na educação científica na perspectiva CTS, o que também possibilita um campo de estudo mais ousado e alinhado à complexidade (FREITAS *et al.*, 2019).

2.4.1 Estudos que se alinham à Educação Científica Crítica (ECC) e que embasaram as discussões da formação continuada

Além de apresentarmos a ECC, gostaríamos de discutir brevemente sobre os trabalhos de alguns(mas) autores que contribuíram para a sua construção e/ou se alinham aos seus pressupostos. Estes(as) estudiosos(as), quase em sua totalidade, contribuíram com participações no curso sobre a ECC com professores(as) de ciências realizado em 2022 e em cujo contexto os dados para esta dissertação foram produzidos. O primeiro trabalho que gostaríamos de debater é de Chassot (2003), que discute a relação entre o mundo e as salas de aula, bem como a alfabetização científica. Inicialmente, o autor alerta sobre a mudança do papel social da escola: no passado, era a instituição que possibilitava o acesso à informação; na atualidade, com o advento da internet, a importância do espaço escolar tem se ressignificado. Atualmente, preocupamo-nos com a construção de uma ciência escolar, como foco no estudante e que possibilite uma alfabetização científica (Chassot, 2003). Para Chassot (2003), “ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza” (p. 91) com intuito de promover a qualidade de vida, uma relação harmoniosa com o meio ambiente e, principalmente, a inclusão social. Nesta perspectiva, a ciência é entendida não como uma linguagem que descobre o mundo, mas que é construída por nós para compreendê-lo e alterá-lo. Como uma construção social e humana, os saberes científicos devem ser acessíveis a todos(as), de modo que possamos perceber suas potencialidades e riscos (Chassot, 2003).

Outro pensador que contribui para a construção da ECC é Bernard Charlot, que dentre variados assuntos, também debate a papel atual da escola na sociedade. Em seu texto “A questão antropológica na Educação quando o tempo da barbárie está de volta”, de 2019, Charlot define o adjetivo de bárbaro, que em meados do século XX, passou a ser associado a indivíduos que desrespeitam a humanidade de outrem. Em contexto complexo como atual, em que debatemos o desenvolvimento de biotecnologias, a Inteligência Artificial, a possibilidade de vida fora da Terra, dentre outras temáticas controversas, a própria concepção de Humanidade precisa ser refletida e valorizada, inclusive no campo educacional. Especialmente porque, para Charlot (2019), as Pedagogias refletem uma ideia do que é um ser humano, bem de que como ele deveria ser. Historicamente, existem as Pedagogias Tradicional e Nova, que valorizam, respectivamente, a norma social e a experiência discente. Na atualidade, Charlot (2019, p.167) defende que “fazemos bricolagem pedagógica e práticas híbridas” destas duas Pedagogias. A ausência de um debate mais rico sobre estas ideias possibilita que a barbárie - no sentido desumanizante do próximo - se fortaleça. Neste contexto, Charlot (2019) considera que enfrentamos uma crise de sentido. É necessário voltar a realizar, em maior escala, discussões sérias sobre a dimensão antropológica da educação em detrimento de discursos superficiais, como a compreensão de que o PISA basta para avaliar a qualidade educacional dos países (Charlot, 2019). É necessário admitir a complexidade humana e do próprio processo educacional, caso contrário, podemos seguir por um caminho perigoso para a nossa própria espécie.

Um trabalho que considera a complexidade do processo educacional e se alinha à ECC é o realizado por Giraldi e Galvão (2021). As pesquisadoras refletem sobre as relações sociais com a C&T, por meio de textos literários. Tal reflexão é proposta no contexto do ensino de ciências, de modo que este saber possa ser compreendido como uma cultura, o que facilita o debate das relações CTS. A abordagem também possibilita o aprimoramento de habilidades de escrita, leitura, autoria e construção da própria identidade, uma vez que a relação e a reflexão de cada leitor(a) sobre o texto é singular. A literatura humaniza a ciência, o que potencializa um aprendizado mais crítico e possibilita que aspectos do contexto e da cultura dos estudantes sejam trabalhados.

A obra escolhida por Giraldi e Galvão (2021) é *A Caverna*, de José Saramago. O enredo se desenvolve em uma pequena aldeia onde é construído um grande centro comercial, semelhante a um *shopping center*. Os protagonistas da história são uma família que perde seu sustento com a chegada do empreendimento e precisam trabalhar nele para sobreviver. Durante a mudança de vida, o patriarca observa os impactos sociais e ambientais que o centro

comercial causou nas redondezas, fazendo com que todas as dinâmicas da cidade se voltassem para a manutenção do empreendimento, gerando “o apagamento de outras formas de conhecer, produzir e ser” (Giraldi; Galvão, 2021, p. 12). A hegemonia do industrial sobre o artesanal, da individualidade em prol de um ideal de consumo e uma associação pouco crítica do avanço tecnológico ao progresso faz com que o enredo da obra se aproxime do mito da Alegoria da Caverna de Platão. Na Alegoria, as pessoas veem o mundo por meio de sombras de objetos externos projetados na parede da caverna. Quando um dos indivíduos se liberta e consegue contemplar a vida fora da caverna e retorna para alertar os demais, é hostilizado. Na obra de Saramago, os protagonistas encontram uma caverna com os restos mortais de pessoas presas no subsolo do centro comercial. “Essas pessoas somos nós”, diz o patriarca da família, que abandona a cidade. Neste sentido, a obra possibilita uma reflexão profunda com as lógicas impostas pelo capitalismo, bem como uma possibilidade de fazermos escolhas mais autênticas. No contexto escolar, uma obra como esta pode humanizar a discussão sobre as dinâmicas sociais que vivenciamos atualmente (Giraldi; Galvão, 2021).

Outra contribuição que se alinha à ECC é o diálogo disciplinar, proposto por Bonil *et al.* (2004). Os(as) autores(as) esclarecem que tal diálogo disciplinar consiste em escolher um objeto de estudo e empregá-lo como um espaço de confluência entre os saberes disciplinares. É essencialmente uma perspectiva democrática, dialógica e aberta à incerteza. O diálogo disciplinar também considera as possibilidades de troca entre diferentes subáreas das disciplinas e a confluência entre aspectos racionais e emocionais de uma temática. Por exemplo, uma discussão sobre a alimentação pode abarcar aspectos fisiológicos, mas também sociais e psicológicos (Bonil *et al.*, 2004)

Em âmbito mais concreto, o diálogo disciplinar possibilita o desenvolvimento da argumentação, da empatia e de uma postura cidadã, por meio de sua abordagem complexa. Um exemplo é narrado por Bonil *et al.* (2004), que propuseram o uso de dança, das ciências sociais e da natureza para abordar a temática de gestão de resíduos em um curso de licenciatura. A atividade foi planejada com base na contribuição que cada um dos saberes poderia realizar. Durante a sua materialização, os docentes perceberam uma resistência inicial dos estudantes, que foi seguida por um envolvimento muito positivo e por registros que indicam que os(as) licenciandos(as) sentiram-se protagonistas em sua aprendizagem. O grupo de docentes e discentes concordaram que a experiência de diálogo disciplinar foi concretizada, de modo que a temática de gestão de resíduos foi debatida sem que os saberes fossem hierarquizados (Bonil *et al.*, 2004). A experiência proposta pelos autores apresenta

horizontes de esperança para construção de práticas educativas complexas que se iniciam na educação superior e poderão ser recriadas na educação básica.

Outro caminho que propõe uma aproximação entre a educação científica e a complexidade é proposto por Pietrocola *et al.*(2021), que se basearam na sociedade do risco, proposta por Beck (2011). Tal ensino de ciências se propõe a desconstruir a ideia de que este conhecimento é capaz de prever, explicar e controlar tudo: nesta abordagem, a introdução do conceito de risco é essencial, uma vez que possibilita o debate de incertezas e as estimativas que muitas vezes os(as) cientistas precisam realizar. Riscos ocasionados por ações antrópicas - chamados de manufaturados - recebem atenção especial e seu debate em sala de aula possibilita o desenvolvimento de habilidades para avaliar informações, analisar aspectos emocionais e tomar decisões (Pietrocola *et al.*, 2021).

Para isso, Pietrocola *et al.* (2021) propõem uma noção amplificada do risco, que o situa em um mundo globalizado e abarca três dimensões: a profundidade dos conhecimentos que o problema demanda, que podem ser superficiais e disciplinares ou transdisciplinares e profundos. A segunda dimensão é a faixa de informação, que reflete o quanto sabemos sobre o problema: de forma mais próxima a nós ou de forma mais global. A dimensão final é a urgência, que é mediada por valores, e investiga como interesses individuais e coletivos se relacionam com o problema, de modo a compreender a prioridade de cada um (Pietrocola *et al.*, 2021). Por exemplo, um problema de grande urgência, como uma epidemia, pode fazer com que interesses coletivos sobreponham interesses comuns. Uma vez avaliadas, estas três dimensões possibilitam a criação de um Vetor de Percepção do Risco e sua construção pode ser útil para discutir problemas sociais e/ou ambientais no contexto de ensino de Ciências. Os autores apresentam ainda um outro modelo para a compreensão destes problemas, proposto por Kurtz e Snowden (2003), que os classifica em

“(i) problemas conhecidos, nos quais as relações são visíveis e previsíveis; não há incertezas envolvidas e são legitimadas por boas práticas, uma vez que a reprodutibilidade do problema é característica; os (ii) problemas conhecidos, em quais as relações de causa e efeito são separadas ao longo do tempo e as soluções são alcançadas por [...] planejamento de cenários e visão sistêmica para a tomada de decisão; o (iii) problemas complexos, nos quais as (relações) de causa-efeito só podem ser acessadas em retrospectiva; soluções consistem na gestão de padrões emergentes e necessidade de adaptações à situação; [...] (iv) problemas caóticos, nos quais não se

percebem relações de causa e efeito, nem mesmo em retrospecto; assim, as decisões visam apenas a estabilidade.” (KURTZ; SNOWDEN, 2003 apud PIETROCOLA *et al.*, 2021, p. 18, tradução nossa)

Optamos por manter a citação original por sua clareza e objetividade, que esclarecem as potencialidades do modelo apresentado para a materialização da ECC nas salas de aula. Tais potencialidades também são observadas nos(as) diversos(as) pensadores(as) que buscamos apresentar neste tópico, no sentido que acreditamos que a Educação Científica Crítica se insere em uma tendência maior de busca por uma educação mais cidadã, no contexto complexo da sociedade atual.

Considerando as ideias de Kurtz e Snowden (2003), podemos conjecturar que o descompasso entre esta complexidade e a educação tradicional talvez seja um problema conhecível em alguns aspectos; complexo e até mesmo caótico em outros. Não ousamos mais nesta reflexão em respeito à sua complexidade, contudo, propomo-nos a auxiliar, humildemente e por meio da ECC, nas discussões que buscam propor soluções que considerem a incerteza e a multidimensionalidade da problemática.

3. METODOLOGIA

3.1 Reflexões iniciais

Reflexões sobre debates de um campo de estudo são importantes para a elaboração de uma questão de pesquisa e para a escolha dos meios para respondê-la (Alves, 1992). Neste sentido, consideramos a recomendação de Mendonça, Oliveira e Leandro (2019) sobre alguns aspectos metodológicos: o rigor científico em pesquisas educacionais associa-se à observação da complexidade do objeto, e não apenas à associação a algumas teorias ou conceitos abstratos. Em busca de respeitar a complexidade que embasa nosso estudo, propomos apresentar nossa metodologia por meio de duas articulações: a primeira é interna e busca concatenar nosso referencial teórico, objetivos, métodos para coleta e análise de dados (CRESWELL, 2007). Já a segunda articulação é de carácter externo e esclarece como o contexto sócio-histórico e valores interferiram nas nossas escolhas teóricas-metodológicas, bem como nos impactos sociais que esperamos alcançar (CRESWELL, 2007).

Tais articulações externa e interna, foram priorizadas neste estudo em detrimento da atribuição de classificações rígidas à metodologia de pesquisa, por mais que busquemos empregar as ferramentas teóricas e metodológicas adequadamente. Priorizamos esta abordagem por recomendação de autores e autoras como Yin (2001), Gatti (2006), André (2013), Morin (2015) e Bauer, Gaskell e Allum (2018) por acreditamos que ela considera a complexidade do processo de construção da pesquisa.

3.2 As quatro dimensões da pesquisa

Para apresentar a organização metodológica do nosso trabalho, apoiamo-nos no texto produzido por Bauer, Gaskell e Allum (2018) e que sugere a definição das quatro dimensões de estudo para guiar a construção de uma pesquisa: 1) princípios de delineamento, 2) geração de dados, 3) análise de dados e 4) interesses de conhecimento. As três primeiras dimensões relacionam-se à articulação interna do trabalho e a quarta refere-se à articulação externa; debateremos todas a seguir.

3.2.1 Princípios de delineamento

Os princípios de delineamento podem ser entendidos como ponto de partida teórico-metodológico escolhido para responder à questão de pesquisa (Bauer, Gaskell; Allum, 2018). Para a escolha dos princípios de nosso trabalho, baseamo-nos em Creswell (2007) e em suas alegações do conhecimento, que expressam suposições sobre como e qual saber se espera

construir. Elas podem ser pós-positivistas, construtivistas, reivindicatórias ou pragmáticas. As alegações pós-positivistas buscam estudar problemas de modo a estabelecer relações de causa e efeito entre as variáveis estudadas: ideias gerais são reduzidas a hipóteses a serem testadas por meio de observações. Já as alegações construtivistas baseiam-se na ideia de que os indivíduos buscam compreender o mundo em que vivem e tais compreensões são o objeto de interesse do pesquisador. As alegações de conhecimento reivindicatórias ou participativas, se aproximam da alegação construtivista, mas defendem que a pesquisa deve estar associada a uma agenda política, de modo a alterar práticas consideradas socialmente injustas. Por fim, as alegações de conhecimento do tipo pragmáticas são caracterizadas por optarem por uma abordagem objetiva ou subjetiva de acordo com o problema de pesquisa. Esta abordagem epistemológica é mais flexível e pode empregar tanto instrumentos de pesquisas quantitativas quanto qualitativos (Creswell, 2007).

Considerando-se que a nossa questão de pesquisa é: *“De que maneira um curso baseado na ferramenta FACTS pode contribuir para a construção de discursos docentes orientados à ECC?”*, a alegação de conhecimento que parece mais adequada é a do tipo pragmática. Esta alegação apresenta maior flexibilidade teórica e metodológica e concilia aspectos teóricos e práticos, o que pode ser útil para compreender de que maneira uma ferramenta teórica - a FACTS - impacta a prática de profissionais da educação. Além disso, temos como referencial teórico o pensamento complexo, que busca compreender os diversos fatores que envolvem a construção do saber, sem simplificá-lo excessivamente e sem desconsiderar a incerteza inerente à realidade. Neste sentido, a alegação pragmática do conhecimento se alinha ao arcabouço teórico da pesquisa, uma vez que possibilita que a interação entre os docentes e a ferramenta seja investigada por meio de diferentes recortes.

É importante esclarecer que as alegações do conhecimento não caracterizam tipos “puros” de pesquisa; há elementos de outras alegações na pesquisa que realizamos. Porém, aquela que se mostra mais adequada para nossa pesquisa é a pragmática.

3.2.2 Geração e análise de dados

Neste tópico, debateremos a segunda - geração de dados - e a terceira dimensão - análise dos dados -, de acordo com proposto por Bauer, Gaskell e Allum (2018). Inicialmente, contudo, é importante contextualizar a realização do nosso estudo, que se deu durante a realização de uma formação continuada virtual com professores e professoras de ciências dos

estados brasileiros de São Paulo e Pernambuco¹. O tema do curso foi a Educação Científica Crítica e a organização da ementa se deu por meio da FACTS, a Ferramenta Avaliativa CTS, que foi desenvolvida a partir dos pressupostos teóricos da ECC. O objetivo da ferramenta é contribuir para a avaliação de práticas de ensino, materiais didáticos e processos educativos voltados para o ensino de ciências na educação básica e também para a formação docente (Freitas *et al.*, 2022).

A FACTS é organizada em três eixos: eixo A – Processos de Ensino/Aprendizagem, Eixo B – Visão/Produção de C&T e Eixo C – Cidadania /Ação, nos quais estão distribuídos 14 critérios. A construção da ferramenta se deu em algumas etapas: na primeira, ela foi apresentada em formato de quiz para professores(as) e licenciandos(as) do Brasil e do exterior, o que possibilitou diversas melhorias, como a abordagem mais ampla de aspectos curriculares e metodológicos associados ao ensino de ciências, bem como a adoção do modelo de rubricas para a estrutura da FACTS. As rubricas permitem maior clareza sobre o processo avaliativo, uma vez que este instrumento explica os critérios avaliativos, além de construir uma escala de qualidade, por meio de níveis. No caso da FACTS, estes níveis são: não apresenta, iniciante, aprendiz, especialista e *expert* e são empregados para avaliar cada um dos critérios que compõe a FACTS.

Em contexto mais amplo, rubricas têm sido usadas para avaliar processos, projetos e atividades educacionais, uma vez que permitem análises mais claras e complexas, em aspectos qualitativos ou quantitativos, além de possibilitar que o processo de avaliação possa ser construído coletivamente. Há ainda mais um aspecto: o uso de rubricas pode ser associado à formação e à metacognição, uma vez que possibilita que estudantes e profissionais identifiquem aspectos a serem melhorados em seu aprendizado e/ou atuação profissional (Freitas *et al.*, 2022).

A ferramenta FACTS está disponível na internet² de forma gratuita e é divulgada para professores(as) e licenciandos(as) em cursos de Ciências da Natureza (Freitas *et al.*, 2022). No contexto do curso de formação continuada que possibilitou o desenvolvimento da presente pesquisa, a FACTS foi um artefato educacional importante, uma vez que possibilitou que os pressupostos teóricos da ECC fossem apresentados de forma mais concreta, permitindo que escolhas corriqueiras dos(as) professores(as) pudessem ser ponderadas com a ajuda da ECC.

¹ O curso inicialmente era destinado a profissionais da rede pública estadual de São Paulo. Porém, por ter sido realizado remotamente, possibilitou a participação de professores(as) parceiros(as) de outros estados.

² A ferramenta FACTS encontra-se disponível no site: www.facts.ufscar.br

A FACTS também norteou a organização da ementa do curso, que foi baseada em seus três eixos, além de alguns encontros iniciais, de caráter introdutório.

Em aspectos pedagógicos, as discussões do curso foram facilitadas pela leitura de textos, videoaulas gravadas, discussões síncronas e a apresentação e uso da ferramenta. Os(as) cursistas também participaram de debates em fóruns e produziram ou analisaram materiais didáticos com o auxílio da FACTS. As interações foram divididas em onze encontros síncronos e uma diversidade de atividades assíncronas, que totalizaram uma carga horária total de 70 horas. A mediação do curso foi realizada por uma equipe de pesquisadoras que compõem o grupo *EmTeia: Formação de Professores, Ambientalização Curricular e Educação em Ciências* e por mediadores(as) convidados(as). A ementa detalhada e o cronograma do curso encontram-se no Anexo A.

Uma vez esclarecidas algumas características do curso, apresentaremos os detalhes dos três momentos em que ocorreram geração de dados e como estes foram analisados. Optamos por coletar dados em momentos diversos, de modo a produzir informações por diferentes instrumentos de coleta de dados. Acreditamos que esta abordagem auxilia no rigor de nosso trabalho e possibilita a observação de distintos recortes de nosso objeto de pesquisa.

3.2.2.1 Primeira coleta e análise de dados: questionário inicial sobre a aproximação dos(as) professores(as) em relação à FACTS

Os dados iniciais foram gerados na primeira aula do curso na qual os(as) educadores(as) participantes responderam algumas perguntas sobre suas ideias a respeito da abordagem CTS, complexidade e seu cotidiano escolar, o que possibilitou a criação de nuvens de palavras. Eles(as) também responderam a um questionário (Apêndice A) que buscava sondar o alinhamento inicial dos(as) professores(as) com a FACTS. Para construção do instrumento, foram usados os três eixos da ferramenta (Processos de ensino e aprendizagem; Visão e produção de C&T; Cidadania/ação). Os critérios de cada um dos eixos da ferramenta foram transformados em frases de ação docente e tal correspondência é apresentada no Apêndice A. Os professores e professoras deveriam assinalar com que frequência conseguiam realizar tais ações. Para tal, o questionário foi construído de acordo com a escala Likert (Macedo, 2020), que permite sondar atitudes e características dos indivíduos por meio da escolha entre 5 pontos. Por se tratar de uma escala associada à frequência, os pontos apresentados foram: nunca, raramente, ocasionalmente, frequentemente e muito frequentemente. A construção do questionário foi baseada nas diretrizes propostas por

Lakatos e Marconi (2003). Sendo assim, foi realizado um pré-teste com três professores(as) de ciências da natureza, que verificaram a clareza da linguagem, buscaram por falhas a serem corrigidas e mensuraram o tempo de resposta, que foi de aproximadamente de 10 minutos.

A análise dos dados do questionário deu-se da seguinte forma: atribui-se o valor 1 ao ponto menos frequente da escala de Likert (nunca) e o valor 5 ao ponto mais frequente (muito frequentemente). Tal escala foi relacionada aos níveis da ferramenta FACTS, (Quadro 2) de modo a indicar a proximidade dos professores com a ECC. Deste modo, caso o(a) professor(a), por exemplo, responda frequentemente (valor 4) para a afirmação “*Estimulo a reflexão, incentivando a construção de identidade/pertencimento e de valores como responsabilidade, solidariedade e colaboração*”, consideramos que ele(a) apresenta o nível *avançado* neste aspecto da FACTS.

Quadro 2- Correspondência entre os pontos da escala Likert e os níveis da FACTS

Pontos da escala Likert	Níveis da FACTS
Nunca	1 - Não Apresenta
Raramente	2 - Principiante
Ocasionalmente	3 - Aprendiz
Frequentemente	4 - Avançado
Muito frequentemente	5 - Expert

Fonte: Elaborado pela autora.

O questionário possui 34 afirmações, de modo que cada docente apresentou 34 valores entre 1 e 5, que podem ser observados no Apêndice C. Em seguida, realizamos um cálculo da média de respostas para cada um dos critérios, para investigar o alinhamento geral do grupo de professores(as) em relação a cada um. Também analisamos a moda: o valor que aparece com maior frequência em conjunto de dados. Por exemplo, se a maioria dos(as) professores(as) respondeu que não apresenta um critério da FACTS, a moda para este critério será: “não apresenta”. A moda possibilita o cálculo da moda relativa, que a quantidade de vezes que a moda aparece no total de respostas (Prates, 2017), como mostra a equação a seguir.

$$Moda\ relativa = \frac{Quantidade\ de\ vezes\ que\ a\ moda(resposta\ mais\ frequente)\ aparece}{Número\ total\ de\ respostas}$$

O cálculo da moda relativa ajuda a saber o quanto as respostas dos professores(as) concordam ou discordam entre si. Por exemplo, se 10 professores responderam sobre um critério e a moda para ele é “Não apresenta”, significa que “Não apresenta” foi a resposta mais comum. E se moda relativa é 100%, significa que todos os(as) 10 professores(as) responderam “Não apresenta” para aquele critério: ou seja, há grande consenso entre os(as) educadores, como demonstra a tabela 1.

Tabela 1 - Exemplo de um critério de moda “ Não Apresenta” e moda relativa de 100%

Nível da FACTS	Não Apresenta	Principiante	Aprendiz	Avançado	Expert
Quantidade de respostas	10	0	0	0	0

Seguindo o exemplo, suponhamos que para um outro critério, este mesmo grupo de 10 professores(as) apresentou como resposta mais frequente “Aprendiz”. Logo, a moda é “Aprendiz”. Já a moda relativa é de 40%, o que indica que apenas 4 dos dez professores responderam “Aprendiz” para este critério. Os demais apresentaram outras respostas, como mostra a tabela 2. Logo, houve um consenso menos considerável para este critério.

Tabela 2- Exemplo de um critério de moda “Aprendiz” e moda relativa de 40%

Nível da FACTS	Não Apresenta	Principiante	Aprendiz	Avançado	Expert
Quantidade de respostas	1	2	4	2	1

Optamos por usar a moda relativa por compreender que ela expressa o quanto a média calculada realmente representa o posicionamento do grupo em relação a cada critério da FACTS. Quando a moda relativa é alta, indica que o grupo concorda muito entre si, de modo que a média expressa bem a opinião da maioria. Se a moda relativa é baixa, o grupo não concorda tanto, de modo que a média não é tão representativa da opinião geral. Acreditamos que o uso da média em conjunto com a moda relativa nos ajudou a respeitar um pouco mais a complexidade da realidade que buscamos discutir.

Uma vez caracterizadas as médias e modas relativas para cada critério, selecionamos aqueles com maior e menor médias, em cada um dos eixos, de modo a compreender em quais critérios os(as) professores apresentavam maior e menor aproximação com a FACTS,

respectivamente. Em seguida, analisar estes critérios que se destacaram, empregamos a Taxonomia de Bloom Bidimensional (Ferraz, Belhot, 2010), para compreender as ações e aspectos do conhecimento que cada um dos critérios demanda.

3.2.2.2 Segunda coleta de dados: discursos e atividades elaborados pelos(as) professores(as) durante a formação continuada

Durante a realização da formação, os encontros síncronos foram gravados para possibilitar uma coleta ampla de dados. As gravações dos onze encontros totalizam, aproximadamente, 21 horas de gravações. Nestes momentos, ocorreram debates nos quais os professores e professoras puderam se expressar; seus discursos foram analisados com o intuito observar tendências que denotassem aproximações e resistências em relação as propostas relacionadas à ECC. Para realizá-las, empregamos a Análise Textual Discursiva (ATD), uma vez que ela possibilita a atribuição de significado aos dados pelo(a) pesquisador(a) sem desvinculá-los do seu contexto de produção (Moraes, 2003).

Para tanto, transcrevemos todos os encontros, de modo que as falas dos(as) participantes podem surgir, nas citações diretas que realizamos, com expressões corriqueiras da fala. Além disso, na transição, identificamos os(as) professores(as) participantes do curso e mediadoras por meio de letras maiúsculas em negrito. Por exemplo, um professor que participou do curso foi identificado como professor **A** e assim foi chamado em todas as interações que participou, ao longo de todos os encontros. Algo semelhante foi realizado para as mediadoras, contudo, usamos o termo mediadora antes da letra que as designa, para diferenciá-las dos(as) professores(as) participantes. Por exemplo, mediadora **X**. Já os(as) pesquisadores(as) convidados(as), que participaram apenas de uma aula do curso, foram chamados(as) de mediador(a) **convidado(a)**. Para a criação das categorias de análise, observamos como cada interação - ou unidade de sentido - se aproximava ou se distanciava da proposta da ECC e da FACTS e se fomentava ou não o debate, de modo a estimular a reflexão sobre o cotidiano escolar. Escolhemos estes parâmetros de análise, considerando que nosso objetivo específico é verificar os impactos do curso baseado na ferramenta FACTS no discurso docente durante e após a formação continuada.

3.2.2.3 Terceira coleta de dados: entrevista semiestruturada com os(as) docentes

As entrevistas realizadas foram do tipo semiestruturada, já que mesclam perguntas fechadas e abertas. Este tipo de entrevista auxilia a direcionar a coleta de dados para o assunto de interesse da pesquisa, ao mesmo tempo que permite que o(a) entrevistado(a) se expresse de

forma relativamente livre, possibilitando o surgimento de novos dados e facetas da problemática estudada (Boni; Quaresma, 2005). As diretrizes para o planejamento e realização de entrevistas foram baseadas em Lakatos e Marconi (2003) e na concepção reflexiva de Szymanski (2000), uma vez que ela se alinha ao pensamento complexo ao valorizar os diversos fatores que influenciam na construção do conhecimento baseado no diálogo com o outro.

Szymanski (2000) elenca recomendações para a realização da entrevista, que foram seguidos por nós. A primeira é basear o cerne da entrevista em uma questão motivadora: “Como você considera que a participação na formação sobre a educação científica crítica impactou o seu trabalho?” A resposta a esta pergunta foi livre e seguida por questões que visaram esclarecer pontos, aprofundar temas e manter o foco na entrevista. Após a coleta de dados, eles foram transcritos e enviados aos entrevistados, para que eles possam pudesse ratificá-los, de modo a tornar a entrevista mais dialógica (Szymanski, 2000). A entrevista foi realizada com dois professores(as) concluintes e que se destacaram por suas participações ao longo do curso.

O roteiro de entrevista, que se encontra disponível no Apêndice B, foi baseado no estudo longitudinal realizado por Jenkins (2019) com o objetivo de investigar como se dá a agência dos(as) professores(as) mediante mudanças no currículo, como mencionamos no item 2.3 do referencial teórico. Para auxiliar na realização de seu estudo, Jenkins (2019) criou o modelo *Triadic Reciprocal Framework Core Agency Concept* (TRFCAC). Em tradução livre, Estrutura Conceitual Triádica de Agência Central. Este modelo considera que ação docente perante mudanças curriculares se baseia em três pilares: 1) aspectos ambientais, como a relação com colegas e com a gestão escolar, o tempo disponível para se adaptar às alterações etc; 2) aspectos pessoais, como a capacidade de reflexão e avaliação do processo educacional, a formação docente, as motivações dos(as) educadores(as), dentre outros; e 3) aspectos comportamentais, que representa como o(a) professor(a) efetivamente planeja e age em seu trabalho. Estes três aspectos se relacionam de forma recíproca e constante, de modo que o TRFCAC é uma ferramenta que possibilita vislumbrar a complexidade da agência docente e esclarecer, na medida do possível, posturas de resistência, passividade e proatividade em mudanças na prática de professores e professoras.

Considerando as especificidades da nossa pesquisa, o trabalho de Jenkins (2019) é útil na compreensão de como a formação continuada “Educação Científica Crítica” pode ter impactado no discurso docente. Os três aspectos propostos pela autora foram investigados nas entrevistas.

3.2.3 Interesses de pesquisa

A quarta dimensão do estudo proposta por Bauer, Gaskell e Allum (2018) esclarece qual dos interesses de conhecimento, propostos por Habermas, motivaram sua realização. Os interesses podem ser: empírico-analista, que objetiva o conhecimento e controle do mundo, além da construção de tendências e previsões; histórico-hermenêutico, que busca o consenso, por meio da linguagem e pode ser associado à compreensão da relação do indivíduo com seu grupo; e o crítico, que tenta diferenciar regularidades da sociedade que expressam relações de poder, a fim de possibilitar a emancipação (Bauer; Gaskell; Allum, 2018). No presente trabalho, apresentamos dois interesses do conhecimento: o primeiro é a construção do consenso sobre como os(as) docentes que participaram do estudo se expressaram em relação a ECC e a FACTS, de modo a compreender as contribuições que elas podem ter apresentado aos cursistas. Logo, alinhamo-nos com o interesse histórico-hermenêutico. Já o segundo relaciona como estratégias de formação docente possibilitam uma educação científica mais emancipatória e crítica, apresentando, assim, o interesse crítico. Acreditamos no potencial que docentes com mais ferramentas teórico-metodológicas tem na construção de uma sociedade mais fraterna e menos injusta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os debates que permeiam esta pesquisa têm como finalidade compreender de que maneira um curso de formação docente baseado na ferramenta FACTS pode auxiliar na construção de discursos orientados à Educação Científica Crítica. Tal objetivo foi desmembrado em objetivos específicos: I) Caracterizar a aproximação espontânea que os(as) profissionais apresentam em relação à FACTS no começo do curso; II) Verificar os impactos do curso baseado na ferramenta FACTS no discurso docente durante e após a formação continuada. Serão discutidos, nos tópicos a seguir, os resultados produzidos em nosso trabalho, bem como eles podem contribuir para a problemática proposta.

4.1 Aproximação inicial dos professores e professoras com a FACTS

Os resultados apresentados neste tópico estão associados ao primeiro objetivo específico: I) Caracterizar a aproximação espontânea que os(as) profissionais apresentam em relação à FACTS no começo do curso. A formação sobre a Educação Científica Crítica recebeu 63 inscrições, das quais 29 profissionais apresentaram-se na primeira aula e 11 concluíram o curso. Os dados foram gerados por meio de um questionário, preenchido na primeira aula do curso, por 21 professores(as). A média geral de todas as respostas dos(as) docentes foi de 3,5, o que indica que, de modo geral, os(as) professores situando-se entre o nível aprendiz e avançado da ferramenta (Apêndice C). Também analisamos as respostas para cada um dos eixos da FACTS.

Iniciando pelo **eixo A - Processos de ensino e aprendizagem**, apresentamos uma Tabela 3, que evidencia as respostas médias dos(as) professores(as) para cada critério da FACTS, assim como a moda relativa, que expressa a concordância entre os(as) profissionais.

Tabela 3- Respostas médias e moda relativa dos(as) professores(as) para cada critério do Eixo A da FACTS

Critérios do eixo 1 da FACTS	Afirmações da FACTS <i>As afirmações são a descrição dos critérios da FACTS transformadas em ações docentes, com pequenas alterações</i>	Nível da FACTS <i>O nível da FACTS baseia-se na resposta média dos 21 professores(as) para cada afirmação da FACTS</i>	Moda relativa <i>A moda relativa corresponde a concordância entre as respostas dos(as) professores. Quanto maior a moda relativa, maior a concordância.</i>
<i>Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade.</i>	1. Consigo desenvolver aulas que estimulem o desenvolvimento de ações transformadoras por parte dos(as) estudantes.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,2; n=21)	65%
	2. Conheço as questões sociocientíficas e desenvolvo-as em minhas aulas.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,4; n=21)	40%
	3. As aulas que desenvolvo se relacionam a problemas da realidade próxima dos(as) estudantes(as).	Avançado (Média= 3,8; n=21)	60%
<i>Incentivo ao pensamento crítico e criativo</i>	4. Busco desenvolver o pensamento crítico e criativo nos(as) estudantes por meio da argumentação, da investigação e do uso de diferentes linguagens.	Avançado (Média= 4,1; n=21)	40%
	5. Busco desenvolver o pensamento crítico e criativo nos(as) estudantes por meio do uso de evidências para justificar ações e tomar decisões.	Avançado (Média= 3,9; n=21)	40%
	6. Estimulo a leitura crítica de informações e de discursos que denotem desigualdades e assimetrias sociais e a construção de discursos contrários a tais posicionamentos.	Avançado (Média= 3,6; n=21)	50%
<i>Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar</i>	7. Desenvolvo aulas, atividades e/ou projetos criativos com temas científicos associados a outras áreas do saber, como: cultura, história, política, ética e arte relacionadas à ciência.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,4; n=21)	50%
<i>Favorecimento à construção de posicionamentos</i>	8. Em minhas aulas, crio espaços nos quais os(as) estudantes podem se posicionar (individual ou coletivamente), de forma criativa.	Avançado (Média= 4,1; n=21)	55%
	9. Em minhas aulas, crio espaços para que os (as) estudantes construam posicionamentos baseados em diálogos, confronto de argumentos científicos e	Avançado (Média= 3,8; n=21)	60%

	tecnológicos, fatos, opiniões, atitudes e práticas socialmente relevantes, provenientes de diferentes grupos de pessoas e/ou instituições.		
<i>Proposição de abordagens metodológicas específicas</i>	10. Em aulas experimentais, busco apresentar uma visão tolerante do conhecimento, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes.	Avançado (Média= 4,0; n=21)	50%
	11. Em aulas experimentais, realizo uma abordagem investigativa das ciências.	Avançado (Média= 3,9; n=21)	55%
	12. Em aulas experimentais, busco desenvolver competências metacognitivas.*	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,1; n=21)	50%
	13. Em aulas experimentais, incentivo processos coletivos e trabalhos em grupo.	Avançado (Média= 4,1; n=21)	50%
	14. Em aulas experimentais, uso o espaço da cidade como um contexto educativo.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,1; n=21)	40%
	15. Em aulas experimentais, estímulo perguntas e práticas criativas.	Avançado (Média= 3,9; n=21)	85%
<i>Organização do currículo visando uma educação para a cidadania</i>	16. Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,1; n=21)	55%
	17. Organizo os conteúdos de forma flexível, não me importando em incluir novos assuntos de acordo com as demandas e necessidades dos estudantes e da comunidade escolar.	Avançado (Média= 3,7; n=21)	45%
	18. Organizo os conteúdos com a intenção de formar cidadãos críticos, participativos, questionadores da lógica consumista da sociedade e empoderados para resolver problemas e participar de processos decisórios.	Avançado (Média= 4,0; n=21)	60%
<i>*Metacognição é compreensão dos próprios processos cognitivos, organizando-os e modificando-os de acordo com certos objetivos.</i>			

Fonte: Elaborado pela autora.

Para facilitarmos a discussão, construímos a tabela 4, na qual apresentamos as afirmações com menor e maior média. Para estas afirmações, também apresentamos a moda relativa, o que indica maior consenso ou dissenso dos(as) professores(as) em relação à afirmação. Escolhemos as afirmações 12, 14 e 16 do eixo 1, uma vez que elas apresentam a menor resposta média, associada ao nível aprendiz da FACTS. Outro aspecto relevante é que as três afirmações apresentam a moda relativa entre 40 e 55%. Ou seja, cerca de metade dos(as) professores(as) concordam que, para estes critérios do eixo 1 da ferramenta, eles(as) estão no nível aprendiz.

Já as afirmações em que os(as) docentes apresentaram a maior média, associada ao nível avançado da FACTS - foram as de número 4, 8 e 13. As três apresentaram também apresentaram moda relativa entre 40 a 55%, o que indica que há um consenso considerável entre os(as) professores(as) de que estes são critérios nas quais eles(as) consideram estar em um nível avançado.

Tabela 4- Afirmações com maiores e menores médias do eixo A (Processos de ensino e aprendizagem)

Crítérios do eixo A da FACTS	Afirmações da FACTS	Nível da FACTS <i>O nível da FACTS baseia-se na resposta média dos 21 professores(as) para cada afirmação da FACTS</i>	Moda relativa <i>A moda relativa corresponde a concordância entre as respostas dos(as) professores. Quanto maior a moda relativa, maior a concordância.</i>
<i>Proposição de abordagens metodológicas específicas</i>	<i>As afirmações são a descrição dos critérios da FACTS transformadas em ações docentes, com pequenas alterações</i>		
	14. Em aulas experimentais, uso o espaço da cidade como um contexto educativo.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,1; n=21)	40%
<i>Organização do currículo visando uma educação para a cidadania</i>	16. Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,1; n=21)	55%
<i>Incentivo ao pensamento crítico e criativo</i>	4. Busco desenvolver o pensamento crítico e criativo nos(as) estudantes por meio da argumentação, da investigação e do uso de diferentes linguagens.	Avançado (Média= 4,1; n=21)	40%
<i>Favorecimento à construção de posicionamentos</i>	8. Em minhas aulas, crio espaços nos quais os(as) estudantes podem se posicionar (individual ou coletivamente), de forma criativa.	Avançado (Média= 4,1; n=21)	55%
<i>Proposição de abordagens metodológicas específicas</i>	13. Em aulas experimentais, incentivo processos coletivos e trabalhos em grupo.	Avançado (Média= 4,1; n=21)	50%

Fonte: Elaborado pela autora.

Uma ferramenta teórica que pode nos auxiliar na discussão destes resultados é a Taxonomia de Bloom, que organiza e classifica objetivos educacionais (Ferraz, Belhot, 2010). A taxonomia foi organizada em três aspectos: cognitivo, afetivo e psicomotor e, para sua construção, os estudiosos consideraram que os(as) estudantes podem aprender sobre um determinado assunto, em um mesmo contexto, porém em diferentes níveis de aprofundamento e abstração. Neste sentido, objetivos de aprendizagem foram construídos associando um verbo com um conteúdo, por exemplo, “reconhecer as estações do ano”. Tais objetivos foram organizados de modo hierárquica, do mais simples ao mais complexos (Ferraz, Belhot, 2010).

A taxonomia de Bloom e de seus colaboradores foi revisada em 2001. Ela apresenta seis verbos - que representam categorias - para o aspecto cognitivo: o primeiro verbo é lembrar; o segundo é compreender, que demonstra a capacidade relacionar os conceitos em esquemas e modelos; em seguida, está o verbo aplicar, associado à capacidade de realizar um procedimento em diferentes contextos. O quarto verbo é analisar, que consiste em separar uma informação complexa em partes menores e priorizar as mais importantes; em seguida, está o verbo avaliar, que se relaciona a capacidade de criticar e tomar decisões com base nos dados disponíveis. Por fim, o verbo mais complexo é criar: novos modelos, novas soluções e esquemas com base nos conhecimentos anteriormente desenvolvidos (Quadro 2).

Uma das inovações na versão revisada da Taxonomia é a associação do processo cognitivo (representada pelos verbos) às dimensões do conhecimento, que são quatro: i) factual, que considera os conhecimentos básicos para a compreensão e solução de problemas; ii) a segunda é conceitual, na qual os estudantes são capazes de relacionar os conhecimentos mais básicos e compreender modelos e esquemas; iii) a terceira dimensão é a procedural ou procedimental, na qual os(as) educandos(as) tornam-se capazes de utilizar métodos, algoritmos e esquemas em um contexto disciplinar; iv) por fim, a dimensão metacognitiva é aquela em que há consciência sobre o próprio processo de aprendizagem e há escolha de métodos para solução de problemas e interdisciplinaridade (Ferraz, Belhot, 2010). Os verbos podem ser associados às dimensões, caracterizando a taxonomia de Bloom como bidimensional, e, por meio deste cruzamento é possível a criação de objetivos educacionais mais complexos, como mostramos no Quadro 2 (Ferraz, Belhot, 2010). Como exemplo, marcamos um X no quadro. Este X representa um objetivo educacional que envolve o verbo compreender e a dimensão conceitual do conhecimento.

Quadro 2 - Representação da taxonomia de Bloom bidimensional

Verbos	Lembrar	Compreender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
<i>Dimensões</i>						
<i>Factual</i>						
<i>Conceitual</i>		X				
<i>Procedural</i>						
<i>Metacognitiva</i>						

Fonte: Ferraz e Belhot (2010) - Adaptado

Uma vez apresentada a taxonomia de Bloom bidimensional, utilizaremos esta ferramenta para discutir os dados apresentados na Tabela 2. Iniciando-se pelas afirmativas com a menor média, podemos analisar a afirmação 12: “*Em aulas experimentais, busco desenvolver competências metacognitivas*”. De acordo com Ferraz e Belhot (2010), o verbo desenvolver está relacionado à categoria aplicar, que se relaciona à habilidade de usar saberes e modelos aprendidos em contextos concretos. Já a dimensão do conhecimento é a mais complexa: a metacognitiva, que abrange a capacidade de refletir sobre o próprio aprendizado e de articular saberes disciplinares para resolver problemas (Ferraz, Belhot, 2010). É possível realizar uma análise semelhante na afirmação 14: “*Em aulas experimentais, uso o espaço da cidade como um contexto educativo.*” A ação “usar” também pode ser associado ao verbo aplicar, que é o terceiro em nível de complexidade, contudo, o domínio é, novamente, metacognitivo: realizar atividades educativos em um contexto diferente da sala de aula, como a cidade. Este movimento envolve conseguir refletir sobre o próprio aprendizado enquanto professor(a): colocar-se em situações mais arrojadas, diferentes e que demandam uma abordagem menos disciplinar (Ferraz, Belhot, 2010).

Além das afirmações supracitadas, a de número 16 também apresentou média de respostas mais baixa, associada ao nível aprendiz: “*Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos.*” A ação organizar também pode ser associada ao verbo aplicar, uma vez que consiste em empregar informações e saberes em um novo contexto; contudo, novamente, o domínio é metacognitivo: é necessário que o profissional reflita sobre a sua atuação, aprenda sobre temáticas atuais, além de construir uma proposta curricular mais autônoma em relação às tendências curriculares tradicionais (Ferraz, Belhot, 2010).

Já nas afirmativas com maior média, associada ao nível avançado da FACTS, observamos a predominância do domínio do conhecimento procedural - menos complexo que o metacognitivo - que consiste na capacidade de realizar métodos, empregar critérios, técnicas e algoritmos em um contexto disciplinar (Ferraz, Belhot, 2010). Por exemplo, na afirmação 4, “*Busco desenvolver o pensamento crítico e criativo nos(as) estudantes por meio da argumentação, da investigação e do uso de diferentes linguagens*”, observamos que são apresentadas abordagens metodológicas mais ou menos próximas do ensino disciplinar de ciências, que não demandam claramente um viés interdisciplinar. É importante considerar, ainda, que os entendimentos sobre o que é e como realizar abordagens educacionais tendem a variar entre os(as) professores(as) (Wartha, Silva e Bejarano, 2013; Brito; Sousa, 2015; Freitas *et al.* 2019). E, é com base no seu próprio entendimento, que eles(as) autoavaliaram sua tendência a realizar ou não a afirmativa. Sobre o verbo, a ação de desenvolver pode ser associada ao verbo aplicar da taxonomia de Bloom.

Já a afirmativa 8 consiste em “*Em minhas aulas, crio espaços nos quais os(as) estudantes podem se posicionar (individual ou coletivamente), de forma criativa*”. Notamos a presença do verbo “criar”, que é uma ação mais elaborada que “aplicar”. Neste sentido, o profissional precisa dominar amplamente os assuntos e habilidades mencionados na afirmação, de modo que crie a oportunidade de seu aprendizado durante a aula. Neste caso, a habilidade é o posicionamento criativo. Novamente, a compreensão do que é um posicionamento criativo pode ser bastante ampla entre os(as) profissionais, o que impacta a autoavaliação que eles(as) realizam. Além disso, a afirmativa não demanda, claramente, uma abordagem transdisciplinar. Logo, a presença de um verbo mais complexo, “criar”, nesta afirmação não necessariamente faz com que ela apresente uma complexidade elevada em comparação com as demais. Também observamos uma complexidade relativamente menor ao analisarmos a afirmação 13: “*Em aulas experimentais, incentivo processos coletivos e trabalhos em grupo*”. O verbo incentivar, ao denotar uma postura, também é associado ao “aplicar” da Taxonomia de Bloom. Começamos, agora, a analisar as afirmações associadas ao **eixo B da FACTS - Visão e produção de C&T** (Tabela 5).

Tabela 5 - Respostas médias e moda relativa dos(as) professores(as) para cada critério do Eixo B da FACTS

Critérios do eixo B da FACTS	Afirmações da FACTS <i>As afirmações são a descrição dos critérios da FACTS transformadas em ações docentes, com pequenas alterações</i>	Nível da FACTS <i>O nível da FACTS baseia-se na resposta média dos 21 professores(as) para cada afirmação da FACTS</i>	Moda relativa <i>A moda relativa corresponde a concordância entre as respostas dos(as) professores. Quanto maior a moda relativa, maior a concordância.</i>
<i>Construção do conhecimento científico e tecnológico</i>	1. Em minhas aulas, possibilito a construção do conhecimento científico e tecnológico considerando o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência.	Avançado (Média= 3,8; n=21)	45%
	2. Em minhas aulas, debato os diferentes procedimentos de construção do conhecimento tecnocientífico e as finalidades da ciência e da tecnologia.	Avançado (Média= 3,8; n=21)	50%
	3. Em minhas aulas, discuto sobre as relações de dependência e independência entre o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,3; n=21)	60%
<i>Articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade</i>	4. Articulo os processos pelos quais ciência e tecnologia são produzidas e os impactos que elas têm na sociedade.	Avançado (Média= 3,8; n=21)	45%
	5. Articulo os impactos tecnocientíficos com a imagem/representação da ciência e da tecnologia na sociedade	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,3; n=21)	45%
<i>Compreensão da C&T como práticas contextualizadas</i>	6. Possibilito uma percepção mais ampla sobre ciência e tecnologia ao articular os saberes tecnocientíficos à política, à economia, à sociedade, à cultura e ao meio ambiente.	Avançado (Média= 3,8; n=21)	65%
<i>Caracterização da C&T como construção social</i>	7. Debato a ciência e tecnologia como construções sociais, produtoras de sentidos e significados em um contexto histórico e ideológico, nos quais existem relações de poder (econômicas, étnico-raciais, de gênero).	Avançado (Média= 3,7; n=21)	55%
<i>Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica</i>	8. Apresento a ciência e tecnologia de forma crítica, considerando os interesses que motivam a construção destes conhecimentos.	Avançado (Média= 4,0 ; n=21)	75%
	9. Apresento a ciência e tecnologia de forma crítica, reforçando a não neutralidade, a indeterminação desses saberes e da educação científica.	Avançado (Média= 3,6; n=21)	55%

Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, destacamos, na Tabela 6, as afirmações que apresentaram a menor e a maior média: 3, 5 e 8. As afirmações 3 e 5 apresentam uma média 3,3, associada ao nível aprendiz; já a 8 está relacionada ao nível avançado da FACTS. Elas apresentaram modas relativas consideráveis: 45, 60 e 75%, que representam um consenso importante entre os(as) professores(as).

Tabela 6 - Afirmações com maiores e menores médias do eixo B (Visão e produção de C&T)

Critérios do eixo B da FACTS	Afirmações da FACTS <i>As afirmações são a descrição dos critérios da FACTS transformadas em ações docentes, com pequenas alterações</i>	Nível da FACTS <i>O nível da FACTS baseia-se na resposta média dos 21 professores(as) para cada afirmação da FACTS</i>	Moda relativa <i>A moda relativa corresponde a concordância entre as respostas dos(as) professores. Quanto maior a moda relativa, maior a concordância.</i>
<i>Construção do conhecimento científico e tecnológico</i>	3. Em minhas aulas, discuto sobre as relações de dependência e independência entre o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,3; n=21)	60%
	5. Articulo os impactos tecnocientíficos com a imagem/representação da ciência e da tecnologia na sociedade	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,3; n=21)	45%
<i>Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica</i>	8. Apresento a ciência e tecnologia de forma crítica, considerando os interesses que motivam a construção destes conhecimentos.	Avançado (Média= 4,0 ; n=21)	75%

Fonte: Elaborado pela autora.

Observamos que a afirmativa com a menor média é “*Em minhas aulas, discuto sobre as relações de dependência e independência entre o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico.*” A ação discutir pode ser associada ao verbo avaliar da Taxonomia de Bloom, uma vez que demanda o entendimento, a análise e a emissão de julgamentos baseados em critérios. Este o segundo verbo mais complexo da taxonomia. Em relação ao domínio de conhecimento, a afirmativa pode ser associada ao metacognitivo, uma vez que abarca a interdisciplinaridade, ao associar o conhecimento tecnológico ao conhecimento científico e, ainda, propõe um debate sobre as relações de (in)dependência entre eles. A afirmativa 3 pode ser tornar ainda mais complexa quando consideramos que a abordagem dos saberes tecnológicos deve respeitar suas peculiaridades. Por exemplo, Palacios *et al.* (2003) auxilia na

desconstrução de alguns mitos a respeito da tecnologia, como a ideia positivista de que a tecnologia pode ser reduzida à ciência, uma vez que se configura como um conhecimento científico aplicado.

Há uma relação estreita entre ciência e tecnologia, contudo, tal subordinação da tecnologia não procede. Afinal, avanços tecnológicos, como a invenção de computadores e instrumentos, impactam o desenvolvimento da ciência. Além disso, a tecnologia tem uma abordagem própria da realidade, de forma menos idealizada e considerando dados muitas vezes desprezados pela ciência. Por isso, a tecnologia apresenta características próprias: o caráter sistêmico, uma vez que toda a tecnologia está ligada a outras tecnologias que possibilitam o seu uso, o que recebe o nome de trama sociotécnica. Outro aspecto a ser tratado é a heterogeneidade, já que cada tecnologia apresenta suas características, além dos componentes que a compõem que são distintos entre si (Palacios *et al.*, 2003). Há ainda, outras faces da tecnologia que podem ser debatidas, o que torna compreensível que a afirmação 3 seja uma das desafiadoras, do eixo 2, na visão dos(as) professores(as).

Outra afirmação cuja média foi relativamente baixa é a 5: “*Articulo os impactos tecnocientíficos com a imagem/representação da ciência e da tecnologia na sociedade*” que apresenta o verbo “articular”, que pode ser associado à ação de “analisar”, ser capaz de entender e inter-relacionar informações, como os impactos tecnocientíficos e as representações de C&T na mídia. Já a dimensão do processo cognitivo é metacognitiva de acordo com a Taxonomia de Bloom Bidimensional (Ferraz e Belhot, 2010) uma vez que exige uma abordagem interdisciplinar, que envolve o saber tecnocientífico com discursos do âmbito social e do senso comum. Além disso, podemos associar esta afirmativa a uma capacidade docente de confrontar seus saberes com as representações da ciência e tecnologia, que se alteram com certa frequência no âmbito social.

Além disso, existem pesquisas, como a realizada pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em 2019, que revelam que as ideias a respeito das tecnociências variam bastante ao longo dos anos: relatórios produzidos registram dados coletados desde a década de 1980. O documento também indica que, muitas vezes, a população apresenta pouco saber mais elaborado a respeito do tema (CGEE, 2019), o que representa um desafio a mais para os professores e as professoras de ciências. Desta forma, a realização da afirmação demanda metacognição: compreender seu aprendizado e sua necessidade permanente de revisão. Neste sentido, é natural que, pela sua complexidade, os docentes apresentem menor facilidade - representando-se como aprendizes - para articular os impactos tecnocientíficos com a imagem/representação da ciência e da tecnologia na sociedade.

Já a afirmativa com a maior média é “*Apresento a ciência e tecnologia de forma crítica, considerando os interesses que motivam a construção destes conhecimentos.*” Nela, observamos o verbo “apresentar”, que pode ser relacionado ao verbo “aplicar”. Já a dimensão do conhecimento pode ser associada à metacognitiva proposta por Bloom, que inclui a interdisciplinaridade (Ferraz, Belhot, 2010). Isto ocorre porque, para debater os interesses que perpassam a produção de C&T, são necessários diferentes saberes, além daqueles associados, tradicionalmente, à ciência escolar. Contudo, esta discussão pode ser realizada de forma menos profunda em comparação com as propostas pelas afirmativas 3 e 5. Por apresentar um nível intermediário de complexidade, é natural que a afirmação apresente um nível médio de resposta em avançado. É possível considerar, também, que talvez os(as) professores(as) apresentem uma visão diferente sobre o que deve ser ensinado a respeito de ciência e tecnologia, de modo que se sintam mais inclinados a realizar a ação descrita na afirmativa 8 do que as ações associadas nas afirmativas 3 e 5.

Por fim, analisamos as afirmações associadas ao eixo **C - Cidadania/Ação** (Tabela 7).

Tabela 7- Respostas médias e moda relativa dos(as) professores(as) para cada critério do Eixo C da FACTS

Crítérios do eixo C da FACTS	Afirmações da FACTS <i>As afirmações são a descrição dos critérios da FACTS transformadas em ações docentes, com pequenas alterações</i>	Nível da FACTS <i>O nível da FACTS baseia-se na resposta média dos 21 professores(as) para cada afirmação da FACTS</i>	Moda relativa <i>A moda relativa corresponde a concordância entre as respostas dos(as) professores. Quanto maior a moda relativa, maior a concordância.</i>
<i>Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade</i>	1. Oportunizo aprendizagens que incentivam a participação social crítica e consciente.	Avançado (Média= 3,6; n=21)	50%
	2. Propicio aprendizagens que incentivam a participação na construção de saberes, valores e experiências de ação baseadas em conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social.	Avançado (Média= 4,0; n=21)	60%
<i>Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência</i>	3. Propicio aprendizagens que permitam empregar e avaliar a perspectiva tanto da Ciência quanto da Tecnologia para uma participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos científico-tecnológicos.	Avançado (Média= 3,6; n=21)	55%
	4. Como parte da atuação consciente na sociedade, estimo a participação cidadã dos estudantes em temas e agendas de pesquisa.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,4; n=21)	50%
<i>Análise dos impactos da</i>	5. Para a compreensão dos impactos que ciência e tecnologia têm no presente e no	Avançado Média= 3,6; n=21)	45%

<i>Ciência e Tecnologia</i>	futuro do planeta, debate, em sala, os conceitos de risco, controvérsia e princípio da precaução.		
<i>Construção de identidade / pertencimento (inclusão) e de valores</i>	6. Estimulo a reflexão, incentivando a construção de identidade/pertencimento e de valores como responsabilidade, solidariedade e colaboração.	Avançado Média = 3,9; n=21)	65%
<i>Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais</i>	7. Apresento diferentes pontos de vista em relação a questões sociais e questões ambientais, com espaços para os indivíduos expressarem sua humanidade.	Avançado Média = 4,0; n=21)	50%

Em seguida, destacamos, na Tabela 8, as afirmações que apresentaram a menor e a maior média. Elas apresentam modas relativas consideráveis: 50% e 60%, que representam certo consenso entre os(as) professores(as).

Tabela 8 - Afirmações com maiores e menores médias do eixo C (Cidadania/Ação)

Critérios do eixo C da FACTS	Afirmações da FACTS <i>As afirmações são a descrição dos critérios da FACTS transformadas em ações docentes, com pequenas alterações</i>	Nível da FACTS <i>O nível da FACTS baseia-se na resposta média dos 21 professores(as) para cada afirmação da FACTS</i>	Moda relativa <i>A moda relativa corresponde a concordância entre as respostas dos(as) professores. Quanto maior a moda relativa, maior a concordância.</i>
<i>Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade</i>	2. Propicio aprendizagens que incentivam a participação na construção de saberes, valores e experiências de ação baseadas em conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social.	Avançado (Média= 4,0; n=21)	60%
	4. Como parte da atuação consciente na sociedade, estimulo a participação cidadã dos estudantes em temas e agendas de pesquisa.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,4; n=21)	50%
<i>Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência</i>	4. Como parte da atuação consciente na sociedade, estimulo a participação cidadã dos estudantes em temas e agendas de pesquisa.	<i>Aprendiz</i> (Média= 3,4; n=21)	50%
<i>Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais</i>	7. Apresento diferentes pontos de vista em relação a questões sociais e questões ambientais, com espaços para os indivíduos expressarem sua humanidade.	Avançado Média= 4,0; n=21)	50%

Fonte: Elaborado pela autora

Novamente, podemos utilizar a taxonomia de Bloom para analisar os resultados associados ao eixo Cidadania/Ação. A afirmação com a menor média, associada ao nível aprendiz, é a de número 4: *“Como parte da atuação consciente na sociedade, estímulo a participação cidadã dos estudantes em temas e agendas de pesquisa.”* A ação de “estimular” pode ser associada ao verbo aplicar, uma vez que se relaciona a um procedimento ou uma postura em um contexto específico. Já o domínio do conhecimento é o metacognitivo proposto pela Taxonomia de Bloom bidimensional (Ferraz, Belhot, 2010), que abarca a interdisciplinaridade: ser capaz de associar a educação escolar com discussões sobre agendas de pesquisa, que geralmente não são corriqueiras na escola, na sociedade e, por vezes, nem mesmo no debate sobre políticas públicas brasileiras para C&T. Como discutimos no referencial teórico, Auler e Bazzo (2001) debatem, embasados no PLACTS, que na América Latina é comum que o entendimento que ciência e tecnologia são saberes a serem importados de países mais desenvolvidos, o que impacta no fomento do desenvolvimento destes campos em países como o Brasil. Neste sentido, é compreensível que a afirmativa *“Como parte da atuação consciente na sociedade, estímulo a participação cidadã dos estudantes em temas e agendas de pesquisa”* apresente a menor média do eixo 3.

Já as afirmações que apresentam maior média, são compostas pelos verbos “apresentar” e “propiciar”. Tais verbos indicam algo a ser realizado, uma postura, um procedimento em uma situação concreta, podendo ser associado ao verbo “aplicar”. O domínio do conhecimento, contudo, pode ser associado ao metacognitivo, uma vez que inclui saberes e discussões ambientais e sociais, o que pode extravasar o ensino de ciências tradicional e disciplinar. Vejamos: *“Propicio aprendizagens que incentivam a participação na construção de saberes, valores e experiências de ação baseadas em conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social”* e *“Apresento diferentes pontos de vista em relação a questões sociais e questões ambientais, com espaços para os indivíduos expressarem sua humanidade.”* Contudo, a profundidade e criticidade na qual este debate é realizado pode ser bastante diversa, uma vez que temáticas socioambientais podem ser empregadas de modo introdutório ou ilustrativo em currículos tradicionais, como forma de “dourar a pílula”. Neste sentido, é natural que uma parcela considerável dos(as) professores(as) considerem que estas afirmativas sejam mais comumente realizadas nas salas de aula - seja de forma mais ou menos crítica.

Dessa forma, finalizamos a análise do questionário sobre a aproximação-distanciamento inicial dos(as) docentes cursistas em relação a FACTS. Observamos que, mais do que o verbo associado à Taxonomia de Bloom, Bidimensional, a

dimensão do conhecimento foi mais útil para compreender as afirmações nas quais os(as) profissionais demonstraram maior ou menor aproximação. O domínio metacognitivo, que abrange maior criticidade sobre o próprio aprendizado, interdisciplinaridade e abstração aparece como mais desafiador e, costumeiramente, é associado a discussões menos corriqueiras ao âmbito escolar tradicional. O domínio metacognitivo também aparece em algumas afirmações com maior média, ou seja, que são mais comumente realizadas pelos(as) professores(as). Contudo, neste caso, são afirmações mais gerais, cuja descrição pode ser interpretada de forma menos crítica. Algumas destas afirmações, que os profissionais conseguem realizar com maior facilidade pertencem ao domínio do conhecimento procedural, associado à realização de procedimentos e posturas em contextos mais concretos. Tais tendências reforçam a potencialidade da ferramenta FACTS de apontar possibilidades de melhoria na formação inicial e continuada, além de auxiliar na construção de uma educação alinhada à ECC no cotidiano escolar.

Acreditamos que tais dados também são úteis para caracterização do grupo de docentes: por exemplo, conseguimos identificar que, de maneira geral, os(as) professores encontram-se entre os níveis aprendiz e avançado da ferramenta. Além disso, podemos esperar que, em momentos do curso relacionados ao domínio metacognitivo, os(as) profissionais demandem por maior apoio na realização de debates e atividades. Tais informações podem ser úteis para realizar uma análise complexa - ainda que na medida do possível - dos dados gerados durante e após a formação, de modo a ajudar a investigar nosso objetivo: compreender de que maneira um curso de formação docente baseado na ferramenta FACTS pode auxiliar na construção de discursos orientados à ECC por parte de professores(as) de ciências

4.2 Análise dos discursos docentes durante uma formação continuada sobre a Educação Científica Crítica e a ferramenta FACTS

Os dados analisados nesta seção se relacionam ao segundo objetivo específico do nosso trabalho: II) Verificar os impactos do curso baseado na ferramenta FACTS no discurso docente durante e após a formação continuada.

As discussões e as atividades realizadas ao longo do curso sobre ECC produziram dados sobre como a formação impactou os discursos docentes. Para apresentar e discutir tais resultados, analisaremos as falas realizadas em cada parte do curso, que corresponde aos eixos da FACTS, além de algumas interações ocorridas em momentos introdutórios do curso. Nosso intuito é pontuar que aspectos da ferramenta e da ECC foram mais facilmente acolhidos

pelos(as) professores(as), bem como pontos em que os(as) profissionais apresentaram maior resistência às propostas apresentadas.

4.2.1. Aproximações dos grupos de professores(as) de ciências em relação a FACTS

Realizaremos a análise das trocas realizadas entre os(as) professores(as) e as mediadoras do curso, assim como os(as) docentes convidados(as). Focamos nossa discussão em momentos de debate entre os participantes em detrimento de momentos expositivos.

1º Bloco de aulas: Introdução

a. Primeiro encontro síncrono

Na primeira aula do curso, os(as) professores(as) responderam a algumas perguntas por meio de uma ferramenta *online*, que permitia a construção de nuvens de palavras. Por meio delas, foi realizada a primeira interação discursiva do curso. Ao serem perguntados(as) sobre o que seria uma educação científica crítica para eles(as), as principais palavras citadas foram: conhecimento, cidadania e argumentação (Figura 1).



Figura 1 - Palavras sobre os(as) professores associam à Educação Científica Crítica
Fonte: Elaborado pela autora

É possível observar que estas palavras podem ser relacionadas aos domínios do conhecimento da Taxonomia de Bloom bidimensional (Ferraz, Belhot, 2010). A primeira se relaciona a todas as dimensões: factual, conceitual, procedural e metacognitiva, afinal, o conhecimento pode ser associado a cada uma delas; na perspectiva complexa, ele se associa especialmente à metacognitiva e seu caráter interdisciplinar e autorreflexivo. A cidadania também se relaciona a esta dimensão, por demandar autoconsciência e autocrítica da forma de se relacionar com outro e com o planeta, especialmente no contexto de uma sociedade de risco (Pietrocola, Souza, 2019). Já a argumentação pode ser associada à dimensão procedimental, apesar de demandar uma visão complexa dos fatos, associada à habilidade de expressão e raciocínio, não demanda a interdisciplinaridade de forma clara. Considerando-se a proposta de educação científica crítica que Freitas *et al.* (2019) construíram, percebemos que ocorrem aproximações.

A respeito de práticas docentes que auxiliam na construção da ECC, os(as) professores(as) mencionaram, principalmente, fatores como pesquisa, experiência, método, reflexão e experimento (Figura 2). É notável como tais termos podem ser associados ao(à) professor(a) pesquisador(a), uma vez associam-se a busca constante por melhorias e inovações no âmbito profissional (André, 2016). Em relação ao termo método, o uso da FACTS pode auxiliar, uma vez que possibilita uma avaliação da aproximação das atividades propostas e dos materiais didáticos selecionados com um ensino de ciências mais crítico. O reconhecimento da importância metodológica pode ser um indicativo de abertura à FACTS.



Figura 2 - Ações que os(as) professores(as) associam à Educação Científica Crítica

Fonte: Elaborado pela autora

Muitas outras palavras também surgiram, indicando que ações docentes associadas à ideia de educação científica crítica são bastante diversas. Empatia e amor também foram mencionados, o que indica o caráter humano - e complexo - associado a qualquer processo educacional que se pretende transformador. Por fim, sobre os desafios que dificultam a concretização da ECC, os professores(as) relataram que tempo, engajamento e dedicação são os principais entraves (Figura 3). Burocracia e conhecimento também foram mencionados, ainda que com menor relevância. A FACTS pode representar uma ferramenta que possibilitaria uma maior clareza e, conseqüentemente, uma redução do tempo de planejamento, o que pode tornar a concretização da ECC menos desafiadora.



Figura 3 - Desafios que os(as) professores associam à vivência da Educação Científica Crítica. Fonte: Elaborado pela autora

b. Segundo encontro síncrono

Outro momento de trocas se deu no segundo encontro, após a apresentação do tema de rubricas, abordagem na qual se baseia a concepção da FACTS. Realizarmos a Análise Textual Discursiva e para a criação das categorias de análise, observamos como cada interação - ou unidade de sentido - se aproximava ou se distanciava da proposta da ECC e da FACTS e se fomentava ou não o debate, de modo a estimular a reflexão sobre o cotidiano escolar. Desse modo, observamos as seguintes categorias de troca entre as mediadoras e os(as) professores(as): acolhimento, questionamento e aproximação escola-academia.

A respeito da primeira categoria - acolhimento - é associada a trocas nas quais os(as) professores(as) se mostraram receptivos à proposta da FACTS, relatando, inclusive que a ferramenta vai ao encontro de demandas de seu exercício profissional. Esta categoria de interação, contudo, não apresenta um viés mais reflexivo ou crítico, de modo a fomentar a discussão. Um dos cursistas, professor **E**, relatou suas dificuldades em relação ao processo de avaliação dos estudantes e como uso de rubricas poderia auxiliar:

“Avaliar é muito complexo, né? Eu mesmo muitas vezes eu me sinto injusto quando estou avaliando. Então eu acredito que essa avaliação com a utilização rubrica [...] pode ampliar muito essa questão, essa forma mais justa de avaliar, né? Desde que os critérios sejam bem alinhados com objetivos. [...] E aí quando você coloca a participação do estudante eu acho, assim, fenomenal e fundamental. (Professor E)

Já professora **V** concorda com o colega, no sentido que o processo avaliativo é um desafio do processo educacional, considerando-o um “*entrave*”. Ela também acredita na importância da participação discente, contudo, possibilita a primeira interação que associamos à categoria questionamento, na qual os(as) professoras discordam e/ou oferecem resistência pouco esperançosa em relação a algum aspecto da FACTS. Para **V**, as rubricas apresentam certa subjetividade, o que pode prejudicar a avaliação e a autoavaliação dos estudantes. Para torná-la mais objetiva, a professora **V** comenta que seria importante transformá-la de um instrumento qualitativo para um quantitativo. Nesta interação, observamos a tendência discutida por Creswell (2007) sobre uma dicotomia estabelecida entre estudos qualitativos e quantitativos, nos quais os primeiros são comumente associados à subjetividade.

Outro momento de questionamento ocorreu quando o professor **A** comentou a respeito da “*aplicabilidade em sala de aula*” das rubricas. Para ele, grande parte dos colegas não são sensibilizados pelas mudanças que se fazem necessários para transformar a avaliação em um momento menos quantitativo e mais reflexivo.

“Porque é difícil é que os professores, de um modo geral e de todas as áreas, tenham essa sensibilidade pra mudança [...] que avaliar não é só enumerar, não é só aplicar uma prova [...] Isso não se aplica a todos os professores e professoras. Mas, pelo menos, a maioria dos

que eu conheço trabalha de uma forma numérica exorbitante.”
(Professor A)

A cultura da escola e do modo de trabalho de cada professor(a) podem dificultar o uso de rubricas, como a FACTS. Contudo, as mudanças educacionais podem começar por aqueles(as) profissionais que se sentem mais abertos ao novo, paulatinamente. A disponibilidade de cada professor(a) participante do curso em mudar já pode representar pequenas melhorias no ensino de ciências no Brasil.

Continuando a ATD, a terceira e última categoria observada foi aproximação escola-academia, na qual, a partir dos posicionamentos dos(as) professores(as) cursistas e das mediadoras do curso, é possível estabelecer diálogo e discussões, no sentido de aproximar a FACTS, de origem acadêmica, das colocações realizadas pelos(as) professores(as), com base no seu cotidiano escolar. Consideramos este um dos momentos de maior potencial de aprendizado para todos(as) envolvidos(as).

A primeira troca ocorreu quando a mediadora X do curso respondeu ao questionamento da professora V sobre a subjetividade da rubrica e sua associação à abordagem qualitativa. A mediadora X esclarece que a rubrica pode ser uma forma de encarar a complexidade da avaliação, uma vez que busca produzir critérios pormenorizados que possibilitem organizar o processo, demonstrando aspectos mais ou menos relevantes para a aprendizagem do(a) estudante e da ação do professor. A rubrica, contudo, não elimina a complexidade da avaliação. A professora V demonstra compreender a reflexão colocada pela mediadora X, uma vez que declara a importância das rubricas para tornar a avaliação mais clara para os(as) estudantes.

“[...] critério que o professor vai utilizar pra avaliação ele é muito mais claro e bem definido. Ele norteia (mais) onde é necessário melhorar a aprendizagem do que uma avaliação aonde você faz perguntas aleatórias sobre um conteúdo previamente estudado. Onde você exige mais a memorização de informações do que um pensamento crítico em cima daquilo que está sendo proposto.”
(Professora V)

Sobre a questão levantada pela professora A, sobre a aplicabilidade em sala de aula, a mediadora X concordou com a complexidade inerente a qualquer ação educacional, especialmente a avaliação, que se relaciona com o objetivo do projeto de educação vigente na

escola e na visão docente. Contudo, a mediadora **X** pede paciência ao cursista, considerando a imensa complexidade da questão e também valorizou a mudança gradual de posturas, atitudes e pensamentos, o que se alinha à uma compreensão complexa da educação científica (Morin, 2015).

c. Terceiro encontro síncrono

O tema deste encontro foi a Educação Científica Crítica na visão dos especialistas da área. Durante o debate, o professor **E** relata uma “angústia comum” que notou nas leituras de textos acadêmicos e que ele mesmo vivencia, momento que categorizamos como questionamento. Para o profissional, o currículo e discursos unidimensionais dificultam a abordagem complexa e crítica no ensino de ciências, além das diversas demandas que são atribuídas à educação: formação cidadã, aprovações no ensino superior etc.

*“Eu vou dar um exemplo prático [...] meus estudantes do oitavo ano, a gente está trabalhando energia e aí eu falei pra eles: [...] vamos trabalhar energia fotovoltaica: [...] nossa apostila lá do currículo em ação diz que é uma energia limpa. Mas ela é limpa sob qual perspectiva? Porque ela pode ser limpa por não emitir carbono no momento que está transformando (em energia elétrica), né? [...] Mas e quando eu vou produzir um painel que eu tenho que extrair pelo menos três minerais. [...] Ainda porque eu acho que assim, quando eu vou fazer uma educação científica crítica, eu tenho que trazer esses pormenores que na verdade não existe produção de energia limpa, existe no máximo produção de energia menos suja, né? [...] Então agora o que adianta eu ensinar isso pro meu estudante se vou dar um exemplo, quando ele chegar lá na FUVEST, a FUVEST vai falar pra ele que o painel solar é energia limpa e aí eu sinto como se eu tivesse excluindo o meu estudante ao invés de incluí-lo, né?” (Professor **E**)*

Perante esta questão complexa, a mediadora **Y** sugere uma reflexão que caracterizamos como aproximação escola-academia: a busca da construção de uma relação entre o questionamento e os textos e referências teóricos propostos pelo curso. Tal postura denota uma abordagem que se alinha ao pensamento complexo (Morin, 2015), uma vez que lida com a incerteza da situação e propõe uma estratégia. Afinal, a problemática trazida pelo professor **E** não pode ser solucionada por uma resposta simples e única: depende das

particularidades dos docentes, dos recursos que a escola oferece, da comunidade no qual o professor atende etc. É um problema complexo, logo demanda estratégia, que se conscientiza das dificuldades e incertezas, mas propõe uma resposta construída criticamente. Para tal, Morin (2015) propõe a epistemologia autoreflexiva, que se alinha à sugestão realizada pela mediadora Y: *“Um bom caminho é a gente começar a construir esse conhecimento desse nosso fazer.”*

Ainda na categoria aproximação escola-academia, o professor A aponta um aspecto relacionado à busca da construção de uma educação científica crítica, que pode auxiliar na reflexão sobre a questão levantada pelo professor E sobre sua angústia. O professor A baseia-se em umas das premissas da educação relacionada à abordagem CTS: a construção de debates, preferencialmente que possibilite o posicionamento dos estudantes, perante problemas que envolvam aspectos sociais, de ciência e de tecnologia. O professor comenta que, baseados(as) nesta premissa, os(as) professores(as) *“ao mesmo tempo em que iniciam o debate, fazem a intervenção e concluem. Os alunos acabam sendo excluídos do processo [...] não há uma efetividade da ação que foi proposta para os alunos.”* (Professor A) De fato, existem estudos que demonstram a dificuldade comumente apresentada por docentes de deixar com que os(as) estudantes fomentem suas próprias respostas, ainda que isto leve certo tempo, como enfatizou a mediadora Y.

Neste sentido, a alfabetização científica torna-se um foco principal do debate, assim como a necessidade de uma leitura mais crítica de mundo. Além de problematizar quais são, de fato, os impactos que qualquer produção energética causa no meio ambiente, a mediadora X problematiza o uso do termo energia “limpa”, “suja”, como estes adjetivos são empregados nos discursos sociais hegemônicos, em contextos mais gerais. Promover discussões que possibilitem que os(as) estudantes saibam *“ler nas entrelinhas”* (Mediadora X) é uma das propostas da ECC, uma vez que consiste em uma abordagem mais complexa da realidade. Esta provocação da mediadora também pode ser considerada dentro da categoria aproximação escola-academia, uma vez que se usa da problemática iniciada pelo professor para propor um nível de mais complexo sobre o discurso e que é comumente proposta na esfera acadêmica.

Além destes, mais dois momentos de aproximação escola-academia foram observados a respeito desta temática. Os professores A e J e a mediadora Y ressaltaram a importância da busca da persistência na construção de momentos dialógicos entre estudantes e professores(as), além da importância de buscarmos aceitar a complexidade inerente da imprevisibilidade das aulas de ciências o que se alinha à perspectiva do pensamento complexo (Morin, 2015). *“Não existe uma receita [...] que vai ser certa, [...] o que existe são as*

possibilidades de você vincular essas práticas nas suas ações de sala de aula. E aí eu acho que [...] quanto mais você for tentando fazer essas implementações, você vai percebendo e vai fazendo correções pontuais daquilo que você não conseguiu.” (Professor A). “Se o aluno não avança porque ele não tem [...] habilidade de argumentar né? [...] Então o aluno precisa aprender isso na escola também ou não. Não é?” (Mediadora Y)

A mediadora Y e o professor A mencionam, ainda, dois sentimentos em suas falas: Y menciona sobre ansiedade natural que docentes enfrentam ao observar pouco sucesso nas primeiras tentativas com práticas de ensino mais críticas e argumentativas, enquanto o professor A menciona a culpa, tanto no sentido do(a) professor(a) se culpar, tanto quanto serem culpados pelas dificuldades de implementação de currículo menos tradicional. A menção traz outras dimensões, que não a intelectual para a análise do problema, indica uma abordagem mais complexa do problema (Morin, 2015).

Observou-se, também, uma troca que caracterizamos como questionamento e que foi iniciada pela professora L, que relatou sua dificuldade em realizar uma atividade argumentativa sobre combustíveis. “*Meu maior problema, [...] seria conseguir com que os alunos se sintam motivado a refletir [...] Talvez não ter apropriação da linguagem científica pra entender o que está escrito num texto de divulgação científica*” (Professora L, 2022). Apesar de não apresentar uma resistência clara em relação à FACTS ou a ECC, consideramos que se trata de uma fala de questionamento por reincidir no discurso de dificuldade a respeito da questão complexa colocada, sobre os debates e a linguagem na busca de uma educação científica crítica.

Considerando a complexidade de exercer o trabalho docente, é natural que professores(as) apresentem resistência. Afinal, a realização da ECC, baseada na complexidade e no CTS, demanda a abertura para a incerteza: o(a) profissional precisa abrir mão de parte do controle, esperar o tempo dos(as) estudantes responderem. É encarar a aula como um sistema estacionário, como sugere Morin (2015): uma troca constante entre educador(a) e educandos(as) que promove um equilíbrio dinâmico. Enquanto estas trocas ocorrem, é papel do(a) professor(a) tentar organizar as falas de modo que o assunto a ser tratado possa apresentar uma relação com conhecimento científico sem calar as questões e as curiosidades dos estudantes. Como ocorrem nas crises, o(a) professor(a) precisa estabelecer respostas positivas - que motivam as falas livres - ou negativas - que direcionam a discussão -, enquanto a discussão se desenvolve (Morin, 2021). Em uma cultura escolar que preza pelo controle dos corpos e dos assuntos tratados, este é um desafio importante para os(as) profissionais.

Em seguida, a mediadora **X** inseriu no debate que, além das metodologias envolvidas nos momentos educativos, o conteúdo é um importante fator que viabiliza ou dificulta uma educação científica crítica. A abordagem que a mediadora dá à questão critica uma postura de fundo positivista, de uma suposta supremacia da ciência em relação aos demais saberes, e que acaba sendo usada para fortalecer uma cultura de exclusão social.

*“O que é esse transformar o saber acadêmico em saber de escolar? [...] Já ia colocar que a linguagem científica, ela pode criar seus obstáculos, né? [...] Essas barreiras elas são colocadas propositalmente [...] essa linguagem acaba sendo uma um certo poder. Né? [...] como é que nós professores ficamos nesse contexto, né? Sempre haverá uma imposição de que a leitura correta e a científica? [...] Já que na hora que eu falo que a que a leitura (científica) é correta e a falando que a leitura de mundo dele (do estudante) está incorreta. (Mediadora **X**)*

Tal temática possibilitou alguns momentos de questionamento. O professor **A** mencionou que a dificuldade que os(as) educadores(as) enfrentam ao tentar implementar novas abordagens de ensino e ao mesmo tempo abranger o conteúdo científico em si, os assuntos tradicionalmente abordados e também preconizados pelo currículo oficial. Neste sentido, parece haver a construção de uma dicotomia entre abordagens e conteúdos e um(a) profissional dividido(a) entre uma visão educacional mais tradicional e as abordagens entendidas como novas. *“Vou falar assim, tanto do movimento CTS, como do próprio movimento CTSA e parece que não consegue unir essa ideia.”* Apesar de apontar que a persistência para encontrar uma forma mais crítica de lecionar, o professor **A** se ressentia das dificuldades encontradas e de um certo distanciamento da academia, o que se caracteriza, claramente, como uma posição de questionamento.

É possível. Não é fácil, [...], principalmente as escolas municipais, estaduais, elas oferecem uma barreira extrema pra atuação do professor. Isso ainda no Brasil é uma realidade (que) a própria academia às vezes ainda desconhece. Ou se conhece, me desculpe, eu sou bem franco, ainda faz uma vista grossa pra debater esses assuntos. [...] A gente tá nessa encruzilhada de debater ciência,

aspectos tecnológicos, né? De promover essa reflexão, essa criticidade e tomar de posição. É um desafio e tanto, mas a gente está aqui, a gente está tentando está discutindo. Eu acho que esse é o caminho, né? (Professor A)

Ainda sobre as trocas caracterizadas como questionamento, observamos o posicionamento do professor **J** que apresenta uma posição generalizada a respeito da postura discente, o que denota algum desânimo sobre a construção de uma educação mais crítica. “*Hoje em dia nas escolas os estudantes sempre estarem lá como é, omissos, passivos, né?*” (Professor **J**). A fala é seguida por uma proposta de persistência, nas tentativas de mudança. Em um sentido semelhante, a professora **V** questiona a crítica à abordagem tradicional e a defesa do protagonismo discente.

Nós fomos educados pelo modelo tradicional né? [...] Aprendemos nesse modelo, né? E hoje com essas inovações todas de querer chamar atenção dos alunos né? Será que tá tornando esses alunos mais interessados? Eles estão aprendendo? [...] Minha maior crítica não é com relação aos (novos) modelos é a facilidade e o imediatismo do estudante, essa relação que o estudante ele tem com a informação. Ele quer saber alguma coisa? Ele vai lá, ele busca no Google. Ele não percebe quais são as perguntas que ele está fazendo que levam ele a ter uma reflexão acerca daquilo que ele quer descobrir. (Professora V)

A fala da professora **V** denota um questionamento indireto à proposta da FACTS, uma vez que questiona abordagens e ferramentas que busquem inovações e busquem maior destaque à experiência do(a) estudante. Contudo, é ponto de discussão importante, uma vez que possibilita questionamentos importantes para compreender a relação complexa entre currículo, sociedade, informação e poder. A mediadora **A** inicia uma troca de aproximação escola-academia ao esclarecer que, de fato, abordagens mais recentes nem sempre podem ser entendidas como abordagens que buscam a construção de uma educação científica mais crítica e democrática. É necessária uma visão mais crítica e complexa dos(as) professores(as) para notar o “novo”, que nada mais é que o “velho” em outros termos e que buscam a manutenção da desigualdade social. Tal visão possibilita, também, a valorização de ferramentas - como a FACTS - e abordagens que de fato possam contribuir para a construção

de educação científica que auxilie os estudantes a viver em uma realidade complexa, como a atual.

A mediadora A realizou outra aproximação escola-academia ao discutir sobre esta suposta dualidade entre protagonismo docente e protagonismo discente. Na fala da mediadora, é possível observar uma quebra da dicotomia, da contradição que comumente observamos no conhecimento unidimensional: ao atribuir ao conhecimento a centralidade na sala de aula, a mediadora A possibilita que o protagonismo do(a) professor(a) e dos(as) educandos sejam complementares, construindo uma visão mais complexa da educação.

“Na verdade, o que está no centro, quem vai mediar não é nem o professor e nem o aluno, é o conhecimento. Então, o conhecimento científico, né, permite que o professor interaja com o aluno e o aluno interaja com o professor. [...] Educador aprende com educando e vice-versa. Desde que ambos estejam dispostos a construir esse processo [...], essa perspectiva dialógica. Às vezes, a natureza da escola ela não permite, mas aos poucos a gente vai construindo, pra construir essa perspectiva os dois têm um papel ativo nesse processo. Então, não é um em detrimento do outro, né?” (Mediadora A)

Nesta construção, a mediadora possibilita uma terceira troca categorizada como aproximação escola-academia: sobre o questionamento da professora V, do imediatismo discente, ela propõe que a aula pode ser baseada em perguntas e experiência que o simples acesso à informação, por meio do *Google*, não seria capaz de proporcionar. A construção de uma visão ambiental geocêntrica, em vez de uma visão antropocêntrica, é uma das possibilidades de uma aula que busca um aprendizado complexo. *“Então olhar pra ciência em uma perspectiva mais geocêntrica, de uma forma em que não existem espécies hierárquicas, né? Que estamos todos aqui numa teia, interagindo com é a própria complexidade, né? (...) o que a gente quer provocar dos nossos alunos?”* (Mediadora A). A partir desta colocação, a professora V volta a se posicionar, demonstrando, então uma troca de aproximação escola-academia: *“Eu concordo. E isso me fez pensar de uma outra forma: o que seria relevante hoje dentro do conjunto das ciências naturais, que fosse considerado imprescindível para o saber do nosso estudante?”* A professora V faz esta colocação no sentido que os conteúdos curriculares têm sido reduzidos por diversas razões. Nota-se a construção de uma

questão mais complexa por parte da educadora; questão inclusive que a ferramenta FACTS pode ajudar na reflexão e construção de possibilidades.

Em seguida, a professora **K** possibilita uma troca do tipo aproximação escola-academia ao narrar práticas de educação ambiental na qual projetos transdisciplinares, por meio de trabalhos de campo, cujos objetivos de cada disciplina são claros para os(as) estudantes, tem demonstrado a possibilidade de construir uma educação científica mais crítica. Por fim, a mediadora **X** encerra o debate fazendo um apanhando das discussões da aula e apontando caminhos importantes para que o ensino de ciências auxilie na inclusão social, o que pode ser caracterizado como uma última troca do tipo aproximação escola-academia:

*“Promover um pensamento crítico, mostrar ciências com as suas contradições e limites, reconhecer a ciência não como verdade salvadora da humanidade, mas como meio que possibilita alterar a realidade [...], preocupações com visões distorcidas sobre a ciência e sobre o fazer científico [...] Acho que isso podem ser elementos importante da gente manter, em nossa memória, não é? [...] A proposta da ferramenta é que ela nos auxilie a localizar elementos que são importantes de serem considerados numa perspectiva de um novo olhar pra educação científica.” (Mediadora **X**)*

Desta forma, encerramos a análise do bloco introdutório do curso sobre ECC. Podemos observar que a forma como o curso foi conduzido, ao menos nestes primeiros momentos, possibilitou debates que fizeram emergir a complexidade: a abertura ao diálogo dos(as) envolvidos(as) e a postura das mediadoras em incentivar os(as) professores(as) na construção de suas falas e visões possibilitaram diversas trocas. Tal realidade se confirma na ATD que realizamos, uma vez que foi possível observar uma maioria de trocas do tipo aproximação escola-academia, que são aquelas nas quais é possível maiores aprendizagens e diálogos: ela é mais complexa por possibilitar a interação de duas dimensões dedicadas ao fenômeno educacional e por possibilitarem discussões mais profundas. Interações do tipo acolhimento e questionamento podem apresentar menor criticidade ou maior resistência ao diálogo, respectivamente.

Ainda sobre a postura das mediadoras e sobre o envolvimento dos(a) cursistas, ambos possibilitam a criação de um ambiente de formação análoga ao sistema estacionário (Morin,

2015) que mencionamos anteriormente, com seus *feedbacks* negativos e positivos (MORIN, 2021). As tentativas das mediadoras de estabelecer trocas do tipo aproximação escola-academia podem ser consideradas alguns destes *feedbacks* e são uma abordagem estratégica que aceita das incertezas das vivências e de que quais ideias seriam trazidas pelos(as) cursistas.

2º Bloco de aulas: Eixo A - Processos de ensino e aprendizagem

O segundo bloco do curso sobre ECC abordou o eixo A da FACTS que se relaciona aos processos de ensino e aprendizagem, um tópico que se destacou nos debates realizados no módulo introdutório da formação. Para refletir sobre os dados, além de realizarmos a ATD para mapear pontos de acolhimento, questionamento e aproximação escola-academia, também buscaremos relacioná-los com critérios da FACTS.

Quarto encontro

As atividades se iniciaram com um encontro síncrono, no qual um professor convidado tratou do tema “Educação ou Barbárie? Uma escolha para a sociedade contemporânea”.

A primeira troca realizada foi do tipo questionamento e aconteceu após um momento expositivo sobre o tema: o professor A relatou uma inquietação em relação à formação de professores(as) e cientistas. Para ele, ainda que realizemos esforços no sentido de possibilitar uma educação científica crítica, as orientações curriculares de cursos de graduação e pós-graduação e muitas práticas educativas permanecem baseadas em uma abordagem tradicional. “*Eu percebo evoluções, por exemplo, o programa de residência pedagógica, o PIBID, as iniciações científicas, projetos de extensões, as feiras, os eventos, [...], mas quando a gente olha a prática docente [...] ainda é rica a transmissão de conteúdo*” (Professor A). A temática desta troca está associada ao critério seis do eixo A da FACTS: **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, que, em seu nível *expert*, pode ser compreendido como um currículo se apresenta: i) estruturado menos por conceitos e mais por eixos temáticos relacionados a problemas reais da sociedade; ii) flexível e aberto para permitir a inclusão de demandas e necessidades por parte da comunidade escolar; iii) comprometido com a construção de múltiplas competências para formar cidadãos críticos, participativos, questionadores da lógica consumista da sociedade e empoderados para resolver problemas e participar de processos decisórios.

Consideramos esta primeira troca como questionamento, uma vez que aponta uma dificuldade em apresentar alguma possibilidade de atuação no sentido de construção da ECC. Contudo, não deixa de ser um ponto de discussão importante, tanto que possibilitou diversos momentos de troca do tipo aproximação escola-academia. O mediador **convidado B** reconhece as dificuldades levantadas pelo professor **A**, bem como os contextos muito diversos nos quais a educação formal se dá, contudo sugere uma “equação” de três fatores que podem auxiliar na construção da ECC: um sentido, algo que represente um interesse do(a) educando(a) sobre a questão; uma atividade intelectual; e uma forma de prazer. Além do critério 6, esta troca também se relaciona ao critério cinco da FACTS: **Proposição de abordagens metodológicas específicas**, que sugere o estímulo para perguntas e práticas criativas em abordagens experimentais. A equação proposta pelo mediador é ainda mais ampla, uma vez que sugere a construção de sentido em qualquer atividade do ensino de ciências.

Outra troca caracterizada como de questionamento foi iniciada pelo professor **D**, que relata uma sensação de impedimento em relação às mudanças no currículo. “*Estar preso a [...] um determinado currículo que a gente é obrigado a seguir; porque se a gente não seguir, [...] a gente pode ser penalizado, então você fica sempre [...] dividido, né?*” (Professor **D**). Vemos, nesta fala, um sentimento de impotência que comumente abate professores(as), especialmente da educação básica. A ideia de que estes(as) profissionais são apenas executores do currículo (Auler, 2007), dentre outros preconceitos que reduzem a potência do trabalho docente, são comuns na cultura escolar do Brasil. Delizoicov *et al.*, (2002) também associam a valorização profissional e uma boa relação com a escola à capacidade realizar mudanças no trabalho docente, o que torna compreensível a impressão de que desafiar o currículo tradicional é uma prática difícil.

Nosso mediador **convidado B**, contudo, debate o questionamento e transforma-o em uma aproximação escola-academia. “*Não somos nem todos poderosos, nem não somos impotentes e temos que tentar uma zona de poder máxima nos vários níveis da escola: individual e coletivo*”. É por meio desta temática, de empoderamento docente, que surge o primeiro momento de acolhimento, por meio da mediadora N: “*sempre há possibilidade da gente vazar essas estruturas de poder e conseguir construir uma educação que seja mais crítica, né?*” Em seguida, a mediadora N sugere a construção de caminhos para esta abordagem, como currículos narrativos e pede a participação dos colegas. Caracterizamos assim, mais uma troca de aproximação escola-academia: o mediador convidado sugere a construção de perguntas e problemas instigantes, que colocam em conflito percepções

cotidianas e o conhecimento científico. A partir da busca por compreender estas diferenças, podemos conceber a escola como uma espécie de aventura, assim como a vida pode ser uma aventura humana. *“Começamos pelo erro porque começamos pela vida e a vida não corresponde aos princípios científicos. E são aventuras que não são só de ciência, né?”* (Mediador **convitado B**).

Neste sentido, a mediadora **Y** também contribui para o debate, narrando situação em que perguntas que partiram de estudantes - no caso, do ensino fundamental I - possibilitaram reflexões profundas em estudiosos dentro e fora da educação. *O estudante perguntou: afinal, uma folha que caiu da árvore realiza fotossíntese? Fomos perguntar aos botânicos da universidade!*” (Mediadora **Y**). Para explorar as potencialidades de uma abordagem baseada na curiosidade docente, a mediadora **Y** reflete sobre a importância de questionarmos o currículo oficial, que lista uma série de conteúdos com viés tradicional, e propõe outras reflexões: *“Teria que ser (o currículo) mais pensado com a comunidade escolar, né? Deveríamos partir de fatos, de evidências, de situações, de casos, né?”* (Mediadora **Y**).

Observamos que nas últimas trocas analisadas diversos critérios do eixo A da FACTS foram indiretamente discutidos: **desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade** (critério 1), uma vez que sugere a abordagem de problemas da realidade próxima; **favorecimento à construção de posicionamentos**, já que sugere que os estudantes criem questões e busquem associá-las ao saber científico; **proposição de abordagens metodológicas específicas**, como a “equação pedagógica” proposta pelo mediador convidado, em contexto experimentais ou não; e **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, que perpassa vários dos momentos das trocas. Observamos, também, que durante o debate, as principais trocas do tipo aproximação escola-academia foram realizadas por mediadores(as), enquanto que os professores participaram, especialmente, nas interações do tipo questionamento.

Quinto encontro

O segundo encontro relacionado ao primeiro eixo da FACTS apresentou a temática “O pensamento crítico e criativo e a construção de posicionamentos” e foi precedido por uma videoaula ministrada por mediadores **convitados C e R**. O debate se inicia com uma troca do tipo aproximação escola-academia, na qual o professor **D** sugere a importância de que a(o) professor(a) de ciências apresente uma abertura para ouvir os diferentes posicionamentos existentes na sociedade. *“Eu acho que é importante que a pessoa tenha a possibilidade de colocar a fala dela e de que a gente possa discutir e mostrar se a gente discordar, né?”* Esta

postura se alinha a dois critérios da FACTS: **Favorecimento à construção de posicionamentos**, que se inicia com a possibilidade de diálogo e escuta; e **proposição de abordagens metodológicas específicas**, que preconiza uma visão tolerante do conhecimento para incluir os alunos.

O professor ainda aborda o risco que as pseudociências representam para o bem-estar social e como um isolamento da comunidade científica pode ter contribuído para o agravamento deste problema. Esta troca possibilita outra aproximação escola-academia. Tal colocação começa a ser discutida mais profundamente quando a mediadora **X** destaca como, de modo implícito, um posicionamento cientificista pode se fazer no discurso docente caso a reflexão não seja constante. *“Eu acho que a gente (deve) ter uma perspectiva também de reconhecimento de outros conhecimentos que não científicos como válidos, como importantes”*. Este é um pensamento fundante do pensamento complexo, que defende uma razão autocrítica, capaz de examinar-se frequentemente e que constrói um saber que busca associar teoria à prática, aprimorando seus metapontos de vista (Morin, 2015). Também se alinha à abordagem CTS, que sugere uma visão mais crítica sobre a ciência (Auler, 2007). A mediadora **X** esclarece também a necessidade patente de se combater as pseudociências, que tentam se apropriar de características próprias da ciência para se passar por ela; o que é, contudo, muito diverso de desqualificar saberes populares e comunitários e o que, de certa forma, implica desrespeitar a própria comunidade escolar, como mostra o relato realizado pelo professor **D**.

“Eu sou evangélico e hoje uma colega mandou uma mensagem: ‘Olha, o que eu faço? [...] professor na escola disse pra minha filha que Jesus é um mito’. Sobre seja lá qual for a religião, o professor teria que apresentar a perspectiva daquela religião, ele não está ali pra julgar, da mesma forma numa aula de ciências.” (Professor **D**, 2022)

Tal fala é reforçada pela mediadora **M** que esclarece: *“Abrir espaço pras falas não significa necessariamente coadunar com ideias que não são verdade, né?”* e pela própria mediadora **X**. *“A gente abre o diálogo de forma respeitosa aos conhecimentos outros que não da ciência, ainda que a gente saiba que nós estamos numa posição que o nosso papel é ensinar ciência.”* Trata-se de um saber sutil e complexo: ensinar ciência, respeitar a diversidade dos saberes, as histórias da comunidade e também combater pseudociências é

saber estabelecer uma relação epistemológica e antropológica com o conhecimento científico. Ao estabelecer tal diálogo em sala de aula, com um grupo de estudantes com contextos e histórias diversas, assemelha-se com o gerenciamento de um sistema transiente (Morin, 2015). É necessário estabelecer um equilíbrio dinâmico entre as falas do debate, de modo a oferecer respostas negativas ou positivas na condução da discussão, no sentido de que esta concepção respeitosa e epistemologicamente adequada seja apresentada e debatida com os(as) estudantes. Esta interação pode ser associada aos critérios 4. **Favorecimento à construção de posicionamentos** e 5. **proposição de abordagens metodológicas específicas**.

Outra troca do tipo aproximação escola-academia foi motivada pelo professor A sobre a importância da linguagem e da comunicação na ciência.

“O mediador defende que haja dois tipos de linguagem: uma linguagem que já existe entre os cientistas, [...] utilizando termos complexos [...], e defende outro conhecimento que seja mais acessível à população” [...] Como o professor ele pode intermediar no espaço da sala de aula, esta mediação? (Professor A)

Esta é uma fala que pode ser observada por meio de duas vertentes. Na primeira, consideramos a linguagem dentro do meio científico e como ela é empregada na organização do conhecimento. É natural que as(os) estudosas(os) desenvolvam termos e modelos próprios de sua área de conhecimento. Contudo, quando o conhecimento se torna muito especializado e distante da complexidade do real, a linguagem pode deixar de ser uma ferramenta e seu uso passa a ser segregador, como esclareceu o professor D. *“Quanto mais a ciência vai se especializando, os próprios cientistas dentro das suas áreas não conseguem compreender a fala de outros cientistas, né?”* Caracterizamos esta fala, que reverbera na anteriormente realizada pelo professor A, como uma troca do tipo aproximação escola-academia, uma vez que esta é uma crítica que o pensamento complexo (Morin, 2015) e a abordagem CTS (Auler, 2007) fazem à ciência hiperespecializada e que se aparta também do seu contexto e da sua finalidade social e filosófica. Considerando o eixo A da FACTS, esta troca pode associada ao critério 2. **Incentivo ao pensamento crítico e criativo**, uma vez que, em seu nível *expert*, ele preconiza a capacidade discente de articular diferentes linguagens, como a cotidiana e a científica, por exemplo, e de ler e se posicionar criticamente informações sobre discursos que gerem desigualdades e assimetrias sociais.

Aprofundando-nos na discussão sobre a desarticulação presente na ciência tradicional, podemos, inclusive, pontuar que este debate se faz presente no campo da educação. Charlot (2006) escreveu um artigo no qual debate a controvérsia sobre se as pesquisas educacionais são uma área de saber ou apenas estudos que convergem. Dentre aqueles que acreditam que é uma área do saber, Charlot é capaz de enumerar, ao menos, quatro discursos distintos: a) discurso de negação da legitimidade de um discurso científico específico da área da educação; b) discurso pedagógico, que defendem que discursos políticos e modismos obscurecem a criação de novos saberes; c) discurso dos outros: pensadores de outras áreas são centrais ao campo e responsabilizam outros fatores, que não a escola pelos problemas educacionais; d) discursos políticos: tanto de militantes, como de mídias e órgãos internacionais (Charlot, 2006). Charlot defende a necessidade da área articular melhor os pontos de partida: sugere a criação de uma frente de pesquisa e arquivo coletivo de estudos em educação. Devido a sua ressonância com debates da área, a troca realizada pelos professores **A** e **D**, de fato, pode ser caracterizada como do tipo aproximação escola-academia.

A segunda reflexão relaciona-se a comunicação dos(as) cientistas com o público em geral. O professor **D** comenta “(os cientistas) *meio que se isolaram da sociedade, ficaram ali fazendo suas produções e discutindo entre seus pares e a discussão não chegou pra população em geral.*” (Professor **D**, 2022). Esta é uma das críticas que Morin (2015) e a abordagem CTS (Auler, 2007) realizam à ciência de base positivista, na qual a ela se eleva sobre os demais saberes e não é, assim, capaz de dialogar com a sociedade de maneira geral. Os resultados de um relatório sobre a percepção da população brasileira sobre a C&T, publicado em 2019, revelou que apenas 9% dos entrevistados afirmam conhecer uma instituição de pesquisa e 7% conhecem algum(a) cientista brasileiro(a) de renome. Os dados são reduzidos mesmo entre indivíduos com educação superior (CGEE, 2019). Tal pesquisa revela os impactos que a falta de um diálogo mais amplo entre cientistas e a sociedade provoca. Desta forma, podemos caracterizar a troca como do tipo aproximação escola-academia e relacioná-la ao critério **1. Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade**, do primeiro eixo da FACTS, uma vez que possibilita a uma aproximação entre o conhecimento científico e a sociedade.

Ainda a respeito da divulgação científica, do próprio ensino de ciências e sua linguagem, a mediadora **X** propôs uma reflexão de maior complexidade, ao compreender que aproximação linguística cientistas-cidadãos(ãs) não é apenas uma questão só de tradução. “*São conceitos que não são simples das pessoas compreenderem e não é uma questão só de vocabulário, mas o que as pessoas têm discutido, é a necessidade de ressignificar o*

conhecimento” (Mediadora X). Tal ideia reverbera na fala do professor D, que cita exemplos nos quais pesquisas científicas são desqualificadas por não apresentarem uma aplicação ou retorno financeiro imediato, e como algumas ideias sobre este saber precisam ser ressignificadas nas aulas de ciência. “Então você precisa ressignificar e pra isso você vai precisar conhecer profundamente aquilo que você tá passando pra outras pessoas. Tem um autor que é Schumann que ele fala sobre essa questão do conhecimento didático, né? Que o professor ele precisa conhecer profundamente aquilo que ele tá ensinando pra que ele consiga ressignificar e passar de outra forma” (Professor D).

Observamos, aqui, outra troca do tipo aproximação escola-academia, uma vez que a mediadora X e o professor D conseguem acrescentar elementos do pensamento complexo e da abordagem CTS na construção de suas ideias. Ensinar que o saber não é apenas conceitos desconexos do contexto é uma ideia profundamente complexa: é necessário mediar a relação da sociedade e dos(as) estudantes com o conhecimento científico e, para tal, é necessário que cientistas e professores tenham consciência desta necessidade. Esta interação pode ser associada aos critérios **2. Incentivo ao pensamento crítico e criativo** e ao **5. Proposição de abordagens metodológicas específicas**, uma vez que observamos aspectos associados à linguagem e às especificidades da abordagem docente.

Ainda sobre o trabalho docente e do(a) cientista, ocorreram diversas trocas de aproximação escola-academia relacionadas aos conceitos de incerteza e estratégia propostos por Morin (2015), além da importância do papel político da profissão proposta por Aikenhead (2022), como observamos nos trechos a seguir.

“Quando a gente opta por ser professor, a gente tá se arriscando, né? E a gente muitas vezes têm que ir atrás porque, na formação (inicial), a gente não consegue abarcar todos esses conhecimentos e a gente precisa continuar estudando, né?” (Mediadora Y, 2022)

“Quando os dados não são suficientes para tomar uma decisão racional, quando a relação de causa e efeito não pode ser estabelecida: são os limites das decisões com base no conhecimento científico e tecnológico.” (Professor D, 2022)

“(sobre as tentativas de promover um ensino de ciências mais crítico) E aí a gente para refletir e percebe que tantos esforços são feitos, mas

por que são feitos de forma talvez desorganizada, né? Sem um critério né? [...] aí a gente não consegue obter os êxitos que nós queremos ter. E é isso tudo a ver com a questão do letramento científico, né? Toda uma preparação, toda uma organização para que isso aconteça.”
(Professora C, 2022)

Nos trechos, podemos observar que tanto a escolha e o exercício da profissão docente como uma forma de impulsionar mudanças sociais, como uma visão complexa da ciência são perpassados pela incerteza e a pela necessidade de estratégias. O último trecho também se relaciona ao sexto critério do eixo A da FACTS: **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**. A construção de um currículo mais crítico e de uma organização escolar que permita que os(as) profissionais se organizem e construam estratégias mais efetivas é essencial para a promoção da educação científica crítica. Também é muito necessário que o(a) tenha consciência do aspecto político de suas ações, de modo a escolher conscientemente empregar estratégias para a construção de um currículo mais alinhado à ECC.

A questão curricular também se destaca em outro momento da discussão, caracterizado como uma troca do tipo aproximação escola-academia, a respeito do desenvolvimento do pensamento crítico nos(as) estudantes: “*o que eles (mediadores convidados C e R) estão colocando é o desenvolver do pensamento crítico, não é uma metodologia para eu ensinar o conteúdo. É mais um algo a ser ensinado, né? Mais um conteúdo, né?*” (Mediadora X). Acolhendo a fala da mediadora, o professor A acrescenta sobre a escola tradicional: “*a qualidade da ação docente, muitas vezes, ela está ligada intimamente a questão de trabalhar todos os conteúdos. [...]*” E ainda sobre esta lógica conteudista, o professor A critica que ela, muitas vezes, dificulta a percepção do pensamento crítico como um saber que também deve ser ensinado, com tempo e importância no currículo. *Trabalhar o pensamento crítico não está ligado a somente a uma aula, duas aulas, né? [...] ele pode se estender por toda a formação*” (Professor A). Novamente o critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania** da FACTS se faz presente.

Tal fala é seguida por uma troca do tipo questionamento, quando professor A pergunta como os(as) profissionais da educação conseguirão estudar as diferentes abordagens associadas à educação científica crítica - como “*divulgação científica, letramento científico, alfabetização científica, questões sociocientíficas e enfoques CTS e CTSA*” e ainda conseguirem considerar as diferentes contextos e necessidades dos estudantes. Ele é apoiado

pela professora **K**, que defende, também uma mudança estrutural do currículo, além de comentar sobre as dificuldades de realizar o pensamento crítico nos anos iniciais do ensino fundamental, que baseariam a ECC em outros anos. Estas trocas se relacionam aos critérios 5 e 6 da FACTS: **Proposição de abordagens metodológicas específicas e organização do currículo visando uma educação para a cidadania.**

Ocorre, então, uma troca do tipo aproximação escola-academia, quando a mediadora **X** considera que a construção do pensamento crítico se baseia em uma concepção de educação escolar. Uma concepção alinhada à ECC seria a de criar espaço para que a criança não apenas “absorva” a lógica do adulto, mas entenda que “*a escola é o lugar de construir pensamentos*”, possibilitando que o desenvolvimento do critério 2 e 4 do eixo 1 da FACTS: **incentivo ao pensamento crítico e criativo e favorecimento à construção de posicionamentos.**

Por fim, ocorre a derradeira troca do tipo aproximação escola-academia. O professor **D** menciona o surgimento de discursos relativistas, que podem facilmente enveredar para teorias da conspiração e *fake news*. Neste sentido, **D** sugere o pensamento crítico como uma ferramenta contra tais discursos: “*A percepção é muito subjetiva, mas existe algo objetivo que me gerou aquele estímulo subjetivo e este algo objetivo é o mesmo pra todos*”, abordagem que se alinha ao critério 4 da FACTS e a ontologia complexa proposta por Morin (2015). Contudo, a mediadora **X** alerta sobre os cuidados que este tipo de posicionamento, para não reproduzir uma atitude positivista. “*Se eu quiser ensinar o pensamento crítico, como se ele fosse um conteúdo a ser teoricamente ensinado e não por uma prática a ser desenvolvida, eu posso levar a ideia da ciência como um conhecimento hegemônico*”. Observa-se, assim, uma abordagem complexa a respeito da presença do pensamento crítico no currículo: é louvável a preocupação em não tratar o pensamento crítico apenas como uma introdução ou aplicação final de um conteúdo, mas também é importante desenvolvê-lo não apenas no âmbito conceitual, mas também atitudinal. Os critérios 2, 4 e 5 são observados nesta interação: **incentivo ao pensamento crítico e criativo, favorecimento à construção de posicionamentos e proposição de abordagens metodológicas específicas.**

De modo geral, notamos a riqueza de critérios da FACTS trabalhados ao longo do quinto encontro, com destaque para o **4 (Favorecimento à construção de posicionamentos)** e o **5 (proposição de abordagens metodológicas específicas)**, que foram identificados mais vezes nas interações. O critério **3 (Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar)** não foi identificado, contudo, aparece de forma subentendida nas discussões que abordam as relações CTS. Além disso, torna-se claro como os(as) professores(as) cursistas se apropriaram mais da temática deste encontro em comparação com a temática do

anterior: a discussão mais geral, a respeito da educação como uma escolha em detrimento da barbárie apresentou, majoritariamente, trocas do tipo questionamento. Já a temática sobre pensamento crítico contou com diversas interações do tipo aproximação escola-academia, muitas delas iniciadas pelos(as) professores(as) cursistas.

Sexto encontro

O último encontro relacionado ao primeiro eixo da FACTS teve como temática “Educação para a Sustentabilidade e Educação Científica: Complexidade e Interdisciplinaridade”. O encontro foi precedido por uma videoaula assíncrona, disponibilizada por uma mediadora **convidada G**.

A primeira troca realizada pode ser categorizada como uma troca do tipo aproximação escola-academia, uma vez que o professor **D** revela que crises não são necessariamente negativas, mas podem representar momentos de transformação. O profissional também associa à crise ao fim de um paradigma e a ascensão de outro - de modo semelhante ao sugerido por Kuhn (1998) - e reflete que estamos passando por situação semelhante no campo educacional. O entendimento da crise como um momento de mudança é, também, realizado por Morin (2021), que defende que passamos por uma megacrise global, como a maio de 1968, que mudou aspectos culturais da civilização ocidental. Em relação ao campo educacional, alguns estudiosos defendem que a área de pesquisa em educação ainda é carente de maior articulação (Gatti, 2006; Charlot, 2006). Como este é um tópico de debate da área de pesquisa, reforça o carácter da troca como uma aproximação escola-academia, que pode ser associada ao critério 1 do eixo: **desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade**, uma vez que a crise climática e a crise na educação são debatidas em diferentes níveis por diferentes segmentos da sociedade.

A discussão se desenvolve com a participação do professor **I**, que aproxima a ideia de crise ao papel docente.

O professor tem que ser capaz de traçar possíveis cenários que esse aluno vai enfrentar daqui pra frente e, a partir disso, capacitar ele, né? Para formulação de perguntas, para resolução de problemas, mas não só problemas presentes, mas problemas daqui pro futuro, né?
(Professor **I**, 2022)

Esta concepção educacional se alinha com a ideia de estratégia defendida pelo pensamento complexo, uma vez que compreende e aceita a incerteza e propõe a preparação

dos(as) estudantes para diferentes futuros possíveis. Também se alinha ao critério 3 do eixo 3 da FACTS - Cidadania e Ação. Observamos, então, que as discussões transpassam a organização o curso, inicialmente pensada por eixos. O mencionado critério é **Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia**, que prevê a análise dos impactos da Ciência e Tecnologia nas decisões atuais e/ou projeções de ações futuras, inclui, no processo de ensino-aprendizagem, os conceitos de risco, princípio da precaução e controvérsia. Acreditamos que a fala do professor I, que pode ser associada a uma troca do tipo aproximação escola-academia está diretamente ligada à compreensão do conceito de risco e da necessidade de buscar compreender situações complexas, que não apresentem apenas uma resposta estratégica possível. Há, ainda, uma aproximação ao critério 6 do eixo A: **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**. O aspecto atitudinal da troca também apresentam um alinhamento com a consciência profissional política proposta por Aikenhead (2022).

Em seguida, observamos a primeira troca do tipo questionamento, na qual a mediadora M expressa sua frustração ao lecionar algumas aulas de estágio para licenciandos(as) em ciências biológicas. A mediadora comenta que, mesmo após discussões de textos que propõe abordagens complexas para o ensino de ciências, os futuros professores, têm dificuldade em propor aulas contextualizadas, que comecem por perguntas e não por conceitos. Esta dificuldade pode ser associada ao critério 2, **incentivo ao pensamento crítico e criativo** e ao critério 5, **proposição de abordagens metodológicas específicas** do eixo A da FACTS.

A mediadora X menciona, então, que empiricamente, percebe que, inovações no campo educacional são mais facilmente observadas nos níveis de discussão do que em situações concreta, como na elaboração de atividades de ensino. Possivelmente, esta dificuldade pode ser analisada por meio da Taxonomia de Bloom bidimensional (Ferraz, Belhot, 2010). Discutir uma temática com base em pressupostos teóricos podem envolver ações como conhecer, compreender, até mesmo avaliar; em relação à dimensão, podemos associar a ação ao factual ou ao procedimental. Contudo, a criação de atividades para um ensino de ciências é mais complexo: está associado ao verbo criar e à dimensão metacognitiva, uma vez que envolve consciência sobre o próprio processo de aprendizagem, relacionado à capacidade de escolha de métodos para solução de problemas e à interdisciplinaridade (Ferraz, Belhot, 2010).

Alinhado a esta análise, o professor I também apresenta uma troca do tipo questionamento. *“Porque a escola funciona assim, sempre funcionou assim, né? É lógico que a gente tem que mudar. Mas também tem todo um sistema, né? Que faz com que a gente*

continue nessa trilha. Então realmente tem que fazer muita força.” Em seguida, a mediadora **X** propõe uma troca do tipo aproximação escola-academia ao sugerir, dentro da complexidade própria da questão, algo que possa ser refletido sobre a ação docente no contexto de crise atualmente vivido. *“Não estou querendo reduzir o papel dela (dificuldade da mudança). Eu acho que a gente tem é uma **insegurança** muito grande, a questão [...] de visão de ciência, visão de mundo, a nossa expectativa de controle de processos”* (Mediadora **X**, 2022). Esta colocação possibilita acessar aquilo que, na complexidade da crise educacional, pode ser associado à ação mais direta do(a) docente. A cultura escolar muitas vezes idealiza o(a) educador(a) como um ser que deve saber quase tudo, que é capaz de disciplinar um grupo de adolescentes ou crianças, ao mesmo tempo que os inspira, conquista e prepara para diversas possibilidades para o futuro, cumprindo seu papel de executor(a) do currículo (Auler, 2007). Este é um fardo pesado e complexo, que muitas vezes se expressa pela necessidade de controle e um temor a mudanças. A mediadora **X**, ao propor esta troca, possibilita que os(as) professores(as) reflitam sobre sua esfera de poder máxima, como sugere o mediador convidado do quarto encontro. Ambas as trocas são associadas ao critério **“Proposição de abordagens metodológicas específicas”**.

Tal colocação impulsiona o debate sobre a quebra de paradigmas na atuação docente. Neste sentido, a mediadora **Y** defende que apenas um movimento anárquico dentro das salas de aula poderá promover uma mudança paradigmática. A mediadora também relata a leitura de um livro, publicado na década de 1970, e que problematizava o porquê de ser tão difícil mudar em educação, temática que ainda é atual. *“Por que a gente não consegue quebrar com esses paradigmas? Na verdade, eu lembrei agora. É porque nós não nos sentimos autores das nossas próprias aulas. (...) Não me dou autonomia de ensaiar diante do incerto”* (Mediadora **Y**) Notamos, novamente, os efeitos da cultura escola construída para que a ação docente seja exata, controlada. Em um âmbito mais concreto de ação, Mediadora **Y** provoca a discussão. *“Por que que eu preciso dar resposta pros meus alunos? Por que eu preciso ter aquela biblioteca [...] com todas as respostas? Mas cadê as perguntas para eu procurar na biblioteca? Eu não tenho.”* (Mediadora **Y**) Esta troca, do tipo aproximação escola-academia pode ser associada ao critério 2 **incentivo ao pensamento crítico e criativo** e ao critério 5, **proposição de abordagens metodológicas específicas**.

A reflexão da mediadora **Y** suscita uma fala do professor **I**, que pode ser caracterizada como uma troca do tipo aproximação escola-academia, uma vez que, apesar de narrar dificuldades, comentam do envolvimento docente ao realizar uma abordagem baseada em perguntas. Há reclamações, *“mas eles se empenham em realmente responder”*. Já o professor

J relata uma experiência de aprendizado, na disciplina de laboratório de química, quando estava na graduação.

*“Ele só dava o tema da aula pra gente ter um norte, e aquilo dava um trabalho e a gente penava, mas quando a gente conseguia, era tão prazeroso, a gente se sentia tão orgulhoso de fazer. Quanto isso faz falta pra gente trabalhar no ensino básico?” (Professor **J**, 2022)*

A experiência foi tão significativa, repleta de sentido, atividade intelectual e prazer, que o incentivou fazer algo semelhante com os(as) educandos(as) da educação básica. Professor **J** relatou um trabalho sobre saúde pública, no qual estava incentivando os estudantes a realizar perguntas sobre o tema para serem respondidas pela comunidade escolar. *“Quão difícil tá sendo eles criarem as perguntas, mas eu tô lá, tô no movimento, tô insistindo”*.

A dificuldade relatada por **J** leva à ocorrência de mais uma troca do tipo aproximação escola-academia, quando a mediadora **Y** busca estimulá-lo a envolver ainda mais os estudantes na produção de perguntas, associando-as ao contexto dos(as) discentes e desvinculando-se um pouco mais dos conceitos ou definições fechadas. O auxílio na busca por sentido para os(as) estudantes é, então, sugerida por **Y** como uma forma de impulsionar mudanças possíveis no trabalho docente, mesmo no ambiente nem sempre propício da escola.

*“É só assim que a gente vai conseguir ter uma satisfação de falar assim, ah tá: ‘então talvez tenha um caminho!’ Porque senão a gente fica sempre no discurso teórico. [...] Eu acho que a gente precisa primeiro perguntar: estou disposto a romper com a segurança da sala de aula? Estou disposto a errar? Estou disposto a não encontrar falsos pressupostos para justificar as ações na escola? Do meu fazer né? Que são decisões pessoais também. ” (Mediadora **Y**)*

A colocação da mediadora possibilitou que um aspecto central na mudança paradigmática no campo educacional: a concepção do que é a educação, num viés antropológico, que os(as) educadores(as) apresentam e que, mesmo de forma inconsciente, guia o seu trabalho. Esta fala reverbera no discurso da professora **C** e do professor **D**, ocasionando trocas do tipo aproximação escola-academia. **C** relata que em duas décadas como

professora, ela nota que a necessidade de mudança permeia diversos discursos que perpassam o ambiente escolar. Para ela, a concretização, ainda que lenta e gradual de tais mudanças se faz por meio de formações que possibilitem a troca de ideias que amadurece a mente do(a) professor(a) e pode, assim, alcançar os(as) estudantes. Já para **D**, a concepção educacional se concretiza em sua postura de compreender aulas como um momento constantemente inacabado, que deve ser revisitado e refletido. Acreditamos que as trocas supracitadas também podem ser associadas aos critérios 2, **incentivo ao pensamento crítico e criativo** e ao critério 5, **proposição de abordagens metodológicas específicas**.

Esta insatisfação trazida por **D**, faz com que a mediadora **X** ressalte a importância da insatisfação ser esperançosa e que as dificuldades no âmbito da escola sejam vista como crises que podem ser superadas: seja a insatisfação em nível emocional seja em nível intelectual perante os desafios profissionais, como pontou, posteriormente, a mediadora **Y**. Após esta troca do tipo aproximação escola-academia, a mediadora **M** enriqueceu a interação ao relatar um debate realizado com estudantes de licenciatura em uma disciplina de estágio. Os(as) licenciandos(as) relataram espanto com uma professora, que na atividade de campo da disciplina, relatou ter desistido de realizar uma prática profissional autoral e crítica. Diante do espanto dos(a) futuros(as) professores(as), a mediadora **M** alertou-os: *“Como é que a gente faz pra não ser engolido pelo sistema? A gente se mantém em movimento, estudando, [...] na resistência, em buscar por recursos [...] para mudança na concepção da educação, na concepção de ciências, na concepção de ensino de ciências”*. Associamos esta colocação ao critério 5, **proposição de abordagens metodológicas específicas**.

Outra temática que foi debatida foi a interdisciplinaridade. A mediadora **X** provocou esta discussão devido a sua importância para uma educação científica em uma perspectiva complexa. A professora **C** ponderou sobre a como a interdisciplinaridade enriquece os pontos de vistas que podem ser debatidos em uma aula, enquanto a mediadora **X** foi além e o associou a outro aspecto importante para a concretização da ECC: o trabalho coletivo entre os(as) profissionais da escola, que possibilita projetos e a cooperação mais efetiva entre os sujeitos do campo escolar. Uma vez estabelecida esta troca do tipo aproximação escola-academia, o professor **D** realizou um questionamento: relata que, muitas vezes, o trabalho coletivo pode ser usado, por alguns colegas, como forma de eximir do labor educacional. Para buscar auxiliar nesta dificuldade apresentada (troca do tipo aproximação escola-academia), **X** apresenta que o trabalho coletivo deve se iniciar por uma identidade de valores e abordagem entre os(as) profissionais, no sentido que ambos(as) desejam realizar uma educação mais problematizadora. Há, contudo, desafios que não deixam de existir: certa

dificuldade em dividir o espaço de interlocutor(a) do conhecimento com outro(a) professor(a) ou perda da atenção pelo inédito - que é uma postura complexa -, como ela relata por meio de uma experiência:

“Tive uma experiência muito interessante de trabalho coletivo que foi uma coisa muito incrível. No ano seguinte, na mesma escola foi um fiasco. [...] Não era exatamente todos os mesmos professores, [...] mas tinha um número razoável de professores que permaneciam. Não sei se de alguma forma a gente perdeu a atenção pelo desconhecido. Você começa a fazer algo que você não sabe aonde vai dar mas você quer que dê certo. Depois, se acomoda achando que está tudo sob controle. Quando a realidade em processos educacionais nunca tudo está sob controle” (Mediadora X)

A autocrítica reflexiva e o reconhecimento da incerteza e da necessidade da estratégia, como recomenda Morin (2015) são habilidades que podem auxiliar o trabalho docente, como ressalta a fala da mediadora X, cujas trocas possibilitaram o debate do critério 3 da FACTS: **Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar.**

Surge, então, uma troca que pode ser entendida como uma aproximação escola-academia na qual os professores J, I e V refletem sobre aspectos estruturais da escola que facilitam ou não o trabalho coletivo. J revela que trabalhar em uma escola de educação integral, do estado de São Paulo, possibilitava que momentos de debate entre os(as) colegas ocorressem de forma mais ampla, além de o maior tempo de planejamento impactar na construção de aulas mais focadas na ação discente. I concorda e relata que, ao trabalhar neste modelo de escola, pode oferecer eletivas em dupla com professores(as) de outra área, além de possibilitar que os itinerários formativos de ciências da natureza e sustentabilidade seja oferecido em conjunto com área de matemática e física. Já V narra que trabalhos interdisciplinares, em escolas regulares, dependem muito mais da disponibilidade dos(as) colegas, enquanto, nas escolas integrais, a própria organização institucional possibilita estes momentos. Podemos reafirmar, desta forma, que a educação integral, em uma perspectiva concreta, auxilia na construção de uma educação científica mais crítica e complexa. Esta discussão, além de envolver o critério 3, também abrange o critério 6, **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, o que revela uma ligação considerável entre o currículo e a interdisciplinaridade.

Dessa forma, finalizamos a discussão sobre os encontros associados ao primeiro eixo da FACTS - Processos de ensino e aprendizagem. É possível notar que a maioria das trocas (26), neste eixo, foram do tipo aproximação escola-academia, seguidas pelo do tipo questionamento (7) e por uma de acolhimento. Este resultado indica que a mediação no curso, ao menos para este primeiro eixo, possibilitou uma interlocução considerável entre as propositoras da FACTS e os(as) professores(as) participantes do curso.

Sobre as sete trocas do tipo questionamento, destaca-se que quatro delas apontam o critério 6 - **organização do currículo visando uma educação para a cidadania** como um dificultador de uma educação científica mais crítica. Os(as) professores(as) mencionaram como o currículo tradicional pode ser obstáculo para ECC no âmbito da formação de professores(as) e pesquisadores(as) na educação, no ensino fundamental I, na realização de mudanças na educação básica e por demandar que os(as) profissionais da educação tenha que lidar com muitas demandas e abordagens em seu trabalho. Tal resultado confirma a importância das discussões curriculares nas diversas instâncias relacionadas à educação científica: pesquisa, formação, apoio aos(as) docentes, políticas públicas, produção de materiais didáticos, dentre outros. Também indica uma temática na qual os(as) professores(as) apresentaram maior resistência ou discordância em relação à FACTS.

Outra discussão possível por meio dos critérios da ferramenta que mais foram debatidos ao longo dos encontros relacionados ao primeiro eixo: o critério 5, **proposição de abordagens metodológicas específicas** foi mencionado em 20 das 34 trocas mapeadas. Já o critério 1, **desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade** foi associado em apenas três trocas. Acreditamos que estes dados sejam úteis para identificar aspectos da FACTS que sensibilizaram mais ou menos os grupos de professores(as) de ciências que participaram do curso. Para propor uma discussão destas tendências observadas, vamos detalhar a concepção de cada critério, em seu nível *expert*:

“5. Proposição de abordagens metodológicas específicas: enfatiza o componente experimental das ciências da natureza, adotando pelo menos quatro das metodologias de ensino e de aprendizagem que envolvam: i) uma visão tolerante do conhecimento para incluir a visão dos alunos; ii) os modos investigativos das ciências; iii) as competências metacognitivas; iv) a formação de processos coletivos e de trabalhos em grupo; v) o uso do espaço da cidade como contexto

educativo; vi) o estímulo para perguntas e práticas criativas.” (FACTS, 2022)

“1. Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade: desenvolvimento de temas considerando uma perspectiva didática crítica que vise o desenvolvimento de ações transformadoras, por meio da abordagem de questões sociocientíficas e de problemas da realidade próxima, estimulando a tomada de decisões/ações por parte dos alunos.” (FACTS, 2022)

Uma possibilidade de discussão destes dados é perceber que o critério mais mencionado, **proposição de abordagens metodológicas específicas**, que considerando no componente experimental da ciência, mas também em um âmbito mais amplo, está mais associado às escolhas de posturas por parte do(a) professor(a) no âmbito da sala de aula. Há, certa centralidade do(a) profissional na realização destas abordagens e há, possivelmente, maior controle. Já no **desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade**, observamos um protagonismo maior da comunidade escolar e dos(as) próprios(as) estudantes, uma vez que envolve o debate de problemas da realidade próxima, a tomada de decisões por parte dos(as) discentes e o desenvolvimento de ações transformadoras, que não dependem somente do(a) professor(a). Devemos considerar, ainda que a escolha e debate de problemas reais, do entorno, comumente demanda por diálogos disciplinares, uma das abordagens que os(as) professores(as) relataram desafios, seja pela estrutura da escola ou pela necessidade de cooperação dos colegas.

3º Bloco de aulas: Eixo B da FACTS - Visão e produção de C&T

O terceiro eixo do curso sobre ECC abordou a Visão e produção de C&T. Para refletir sobre os dados, além de realizarmos a ATD para mapear pontos de acolhimento, questionamento e aproximação escola-academia. Também buscaremos relacionar os temas em debate com critérios da FACTS, especialmente os do segundo eixo: *Visão e produção de C&T*.

Sétimo encontro

A primeira atividade do eixo B foi precedida por uma aula assíncrona gravada por uma mediadora, **convidada T**, com o tema “Construção do conhecimento científico e

tecnológico - Tecnociência". O sétimo encontro foi permeado por debates sobre esta temática: a primeira troca foi iniciada pelo professor **D** e pode ser caracterizada como aproximação escola-academia. Ela foi relacionada à necessidade de educar para o futuro, em um ambiente em que a incerteza é uma constante. “*A gente não tem a mínima ideia de como é que vai ser, né? O futuro*”. Diante deste cenário, o profissional propõe que habilidades como a “*comunicação efetiva, a colaboração, criatividade e inovação*” sejam estimuladas nas aulas de ciências. Para tal, debates sobre a história, a filosofia e o desenvolvimento das ciências ao longo do tempo são citados como temáticas que colaboram para este desenvolvimento. Esta temática pode ser associada ao critério 1, **construção do conhecimento científico e tecnológico**, do segundo eixo da FACTS, uma vez que ele pressupõe um ensino que considera aspectos de natureza da ciência e da tecnologia, que vão além do mero saber para em si e para si. Ao associar o ensino de ciências a habilidades de comunicação e da vida em comunidade demonstra a compreensão da ciência como uma atividade de impacto social, criativa e comunitária. Além disso, a troca também pode ser associada ao critério **análise dos impactos da Ciência e Tecnologia**, do eixo C da FACTS, uma vez que demonstra uma preocupação em associar o processo de ensino e aprendizagem com possíveis necessidades que os(as) estudantes podem ter no futuro, enquanto cidadãos(ãs).

A fala de **D** estimula outra troca do tipo aproximação escola-academia, uma vez que a mediadora **X** problematiza que a educação, desde tempos antigos, é voltada ao futuro. “*A gente sempre está lá com uma criança de seis anos de idade e que vai viver no mundo. Os professores dela depois já vão ter morrido*”. Então, a mediadora sugere que, no passado, tinha-se a percepção que a ciência demorava para se alterar, especialmente em comparação com eventos do cotidiano, de modo que não havia uma preocupação tão profunda em contextualizar ou mesmo democratizar os saberes científicos. Esta maior busca pela contextualização, associada às incertezas e às rápidas mudanças da atualidade podem ajudar a explicar, para **X**, o porquê de hoje nos preocuparmos mais com o educar para o futuro. Tal temática provoca o professor **I**, que sugere que o maior acesso à informação e à desinformação é uma das mudanças que vivemos hoje. A mediadora **X** concorda, uma vez que, quando as informações eram mais escassas, era necessário que as pessoas construíssem uma coerência organizacional para facilitar a memorização. Hoje, é necessário a criação de outras motivações, que não a necessidade de memorizar, para que as informações sejam organizadas e relacionadas do ponto de vista cognitivo. Temos assim, mais uma troca do tipo aproximação escola-academia e que pode ser associada ao critério 3 **compreensão da C&T como práticas contextualizadas**, uma vez que se relaciona com a preocupação de como

tornar o saber da ciência e da tecnologia relevante para os(as) estudantes por meio do contexto.

Outra aproximação escola-academia se dá por meio de uma fala do professor **I**, que relata outras dificuldades que podem ser associadas à aula assíncrona proposta pela mediadora **convidada T**. Ele relata que alguns(mas) estudantes não aceitam trabalhar em grupo e não toleram frustrações, o que indica problemas nos domínios intrapessoal e interpessoal: o primeiro ligado à três competências, que são a abertura ao aprendizado, trabalho ético e cuidadoso e autorregulação; e o segundo envolve à capacidade de trabalho em grupo e liderar (Galvão, Ponte, 2018). Nesta temática, a mediadora **X** considera que, por mais que existem momentos de trocas com os(as) colegas, muitas lógicas do ambiente escolar estimulam o individualismo. Tal tendência é confirmada pelo professor **D** que relata, inclusive, que foi questionado pela gestão da escola por substituir uma prova por um trabalho em grupo, caracterizando mais troca do tipo aproximação escola-academia. Acreditamos que estas trocas podem ser relacionadas ao critério 5 **proposição de abordagens metodológicas específicas** do eixo A da FACTS, uma vez que ele propõe a realização de processos coletivos e trabalhos em grupo. Também pode ser associada ao critério 4 **construção de identidade/pertencimento (inclusão) e de valores**, do eixo C, uma vez que aborda aspectos atitudinais, como a construção de valores como solidariedade e colaboração.

Em seguida, o professor **J** propõe um questionamento, mencionando que a educação para o futuro não é apenas para os(as) estudantes, mas também para os(as) profissionais da educação: *“Embora não seja falado com tanta ênfase, né? [...] Para se ter um alunado preparado pro futuro é preciso ter professores preparados, né?”* O professor narra, que para o ensino associado ao uso de tecnologia aumentou durante a pandemia, o que ele considera positivo. Contudo, para os(as) professores que se formaram há mais tempo este se apresenta como um desafio. Outra troca proposta por **J** diz respeito ao uso da abordagem CTS como uma das ferramentas para a educação para o futuro, uma vez que possibilita o debate crítico das relações complexas entre ciência, tecnologia e sociedade. O profissional cita o exemplo de um filme que ilustra como o uso de chumbo em combustíveis foi divulgado como seguro à saúde humana, em meados do século XX, por indústrias do ramo. Foi necessário que várias pessoas sofressem os efeitos da intoxicação até que o uso do metal tóxico fosse banido. Este é um exemplo de aproximação escola-academia e pode ser associada ao critério 5 da FACTS: **compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica**, uma vez que demonstra como interesses diversos perpassam a construção e o uso da ciência e da tecnologia; interesses estes que podem ser contrários ao bem-estar comum.

Ainda sobre a temática sobre a educação científica para o futuro, o professor **I** realizou uma provocação aos(às) colegas, sobre o papel do(a) professor(a) neste contexto: *Será que não é (apenas) uma tentativa de mantermos os nossos empregos? [...] Será que a gente não está tentando salvar a escola de um fim trágico (no qual) a gente não tem mais importância nenhuma?*” A professora **V** responde que é na atualidade que os(as) profissionais da educação se tornam mais necessários(as): *Como eu faço para que o estudante se torne suficientemente capaz de aplicar conhecimentos, informações diante de [...] um problema? [...] Estar em sala de aula (é) para apontar caminhos.*” A mediadora **X** complementa ao considerar que o papel da escola, no passado, já envolvia oportunizar o aprendizado mencionado por **V**. Contudo, o foco excessivo na memorização causa distorções: ensinar a ser autônomo(a) também é necessário. Esta troca do tipo aproximação escola-academia também é enriquecida **J**, que relata que ao levar os(as) educandos(as) na sala de informática da escola, eles(as) sabem entrar em sites de buscas, mas não sabem o que buscar e demandam ajuda do professor:

“Eles colocam a frase da forma com que eu passei [...]: não mudam para procurar de uma forma melhor, mais abrangente. [...] Daí eles me chamam e perguntam, ‘professor é isso daqui a resposta’? Eles precisam de ajuda para construírem um significado por meio dessa informação”. (Professor **J**)

Nesta série de trocas, podemos observar aproximações com critérios da ferramenta. O mais evidente é associado ao eixo A: **incentivo ao pensamento crítico e criativo**, que abarca a leitura crítica da informação, inclusive para percebendo desigualdades sociais e como elas impactam na construção de discursos. Outro critério relacionado é do eixo B: **compreensão da C&T como práticas contextualizadas**, uma vez que o papel docente é apresentado, pelos(as) professores(as), como de mediação entre a informação e o saber e entre o saber e o contexto, de modo que o conhecimento científico faça sentido para os(as) estudantes.

O debate sobre a relação dos(as) discentes com a informação fez com que **D** levante algumas dificuldades sobre o uso de obras literárias e da tecnologia no ensino de ciências, como propõe a mediadora convidada. Tais colocações geram um questionamento, uma vez que o professor pergunta como realizar tais abordagens se alguns(mas) estudantes não sabem ler, mesmo estando no ensino fundamental II, e se a escola não tem nem sinal de dados móveis para acesso à internet e proíbe o uso do telefone celular. Os desafios narrados por **D** possibilitam que a mediadora **X** proponha uma aproximação escola-academia, no sentido de

que uma leitura crítica do mundo pode ser construída por meio das vivências e possibilidades dos(as) estudantes, mesmo que isto envolva dificuldades de leitura ou do uso da matemática:

“Tem aquela história assim: eu não posso ensinar física porque os estudantes não sabem fazer conta. Se o aluno não sabe, vou ter que ensinar física [...] que não seja totalmente dependente do conhecimento matemático. Atualmente, meus alunos podem me entregar atividade escrita, oral, infográfico, [...] na linguagem que eles quiserem. [...] E daí eu percebia que alguns alunos que tinham muita dificuldade, tinham preguiça [...], desenvolviam ideias extremamente interessantes quando eles podiam gravar áudio. E depois [...] eu pedia pessoa para fazer uma síntese do que você escreveu: daí ele organizava a ideia a partir da fala, o que pra ele era muito mais simples.” (Mediadora X)

Nesta troca, podemos perceber, novamente, o critério da FACTS: **compreensão da C&T como práticas contextualizadas**, que em seu nível *expert* é descrito como: *“reconhece a C&T como práticas contextualizadas em, pelo menos, quatro das seguintes dimensões: política, econômica, social, cultural e ambiental, possibilitando uma percepção mais complexa dos fenômenos”* (FACTS, 2022). A fala da mediadora X reforça a importância da contextualização sobre a C&T, dos saberes associados a elas, uma vez que, indiretamente, a visão descontextualizada do professor sobre ciência e tecnologia repercute em sua forma de conceber o ensino de ciências. Além disso, a mediadora convida D para uma visão mais complexa de seu contexto: diálogos possíveis dentro da realidade da escola, para facilitar a criação de sentido para o(a) estudante.

Apesar da sugestão da mediadora, o professor D propõe uma nova troca do tipo questionamento, narrando que, em sua realidade, mesmo com abordagens diversificadas - como oficinas - muitos(as) adolescentes não se interessam sobre C&T e relatam que os pais conseguem manter-se financeiramente sem terem frequentado a escola por um período mais longo. Então, a mediadora A propõe que a combinação entre sentido, prazer e atividade intelectual, que foi sugerida pelo primeiro mediador convidado seja revisitada. *“Cada contexto novo [...] é uma forma da gente visitar o conceito. Tanto pros alunos quanto para nós, né? [...] É um exercício que a gente precisa fazer, um processo de ensino e aprendizagem mesmo.”* Já a mediadora X sugere que o conteúdo não seja o norteador hegemônico do

planejamento docente, mas que as questões que podem ter relevância para aquela turma sejam consideradas e os saberes discentes mais valorizados. Novamente, o critério **compreensão da C&T como práticas contextualizadas** do eixo B da FACTS pode ser percebido nas trocas, além do critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A da ferramenta, que recomenda que o currículo “*estruturado menos por conceitos e mais por eixos temáticos relacionados a problemas reais da sociedade*” (FACTS, 2022).

A última temática de discussão da aula também foi proposta pelo professor **D** e se relaciona às dificuldades de propor avaliações que respeitem a complexidade de uma educação científica mais crítica ao mesmo tempo que seja possível nos tempos da escola atual. A mediadora **X** concorda que é difícil avaliar se o(a) estudante é capaz de fazer uma leitura crítica do mundo, por exemplo. Contudo, uma competência mais ampla pode ser avaliada em etapas: em que medida a pessoa consegue argumentar, aceitar outros pontos de vista, por exemplo. Por fim, ela sugere que o uso de rubricas, como a própria FACTS, podem ser úteis nestes processos avaliativos. Consideramos que se trata de uma troca do tipo aproximação escola-academia, pois não notamos desesperança na fala do professor **D**, e sim, uma dúvida. Sobre a relação com a FACTS, acreditamos que esta troca não se relaciona de forma clara com os critérios da ferramenta, apesar de seu alinhamento com a ECC. Observamos, desta forma, que a FACTS não explora, de forma explícita aspectos de avaliação discente em seus critérios.

Desta forma, encerramos a análise do sétimo encontro, que foi permeado por nove trocas de aproximação escola-academia e três questionamentos. Observamos uma predominância do critério **compreensão da C&T como práticas contextualizadas**, que foi percebido quatro vezes, em detrimento de outros critérios do eixo B. Os critérios **articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade** e **caracterização da C&T como construção social** não foram diretamente percebidas nas trocas. Além disso, notamos o ressurgimento de alguns critérios do eixo A da FACTS: **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, **incentivo ao pensamento crítico e criativo** e **proposição de abordagens metodológicas específicas**. Também houve duas trocas associadas ao eixo C da FACTS, que aborda aspectos de valores do ensino de ciências.

Oitavo encontro

O segundo encontro relacionado ao eixo B da FACTS apresentou a temática “Ciência & Tecnologia: representações, contextualização e construções sociais: os impactos da Ciência

e Tecnologia na sociedade.” e foi precedido por uma videoaula ministrada por um mediador **convitado T**. De forma um pouco distinta dos demais encontros, este se iniciou com uma tentativa das mediadoras de organizar a realização do trabalho final do curso. Neste momento, a sobrecarga de trabalho docente é percebida, uma vez que os(as) professores(as) relatam como tarefas burocráticas e avaliações em suas escolas dificultam a organização e debate dos grupos para realização da tarefa.

Uma vez vencida esta etapa, o debate sobre a aula assíncrona se iniciou. As primeiras trocas do tipo aproximação escola-academia foram protagonizadas pelo professor **D** e se relacionam com os pontos que mais se destacaram para o profissional: aspectos de história da ciência e de seu desenvolvimento, além da complexidade própria deste saber que é dificilmente definido. “*O que é a ciência, eu posso dizer o que não é ciência, né? Porque definir o que é a ciência é muito, muito complexo, né?*” Esta troca pode ser associada ao critério **construção do conhecimento científico e tecnológico**, uma vez que reflete sobre a natureza da ciência. O professor também problematiza a crença de que a ciência é infalível e capaz de resolver todos os problemas existentes: as dificuldades que enfrentamos para desenvolver estratégias contra a pandemia do novo vírus causador da COVID-19 foi, para **D**, um exemplo que demonstrou para a sociedade como esta representação da ciência é inadequada. Esta fala se alinha ao critério 2 **articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade** e é uma aproximação escola-academia.

O professor **D** sugeriu, também, que parte da população reagiu a esta frustração por meio de postura negacionista em relação ao conhecimento científico. Neste sentido, o professor menciona a importância da educação científica discutir aspectos de natureza com os(as) estudantes. Tal fala foi reforçada pela mediadora **X**, que ainda ressaltou como interesses políticos fortaleceram a difamação da ciência e reforçam a importância do debate complexo sobre o tema nas salas de aula. Podemos observar que a aproximação escola-academia faz uma associação ao critério **compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica**, uma vez que apresenta discursos críticos sobre os interesses e para quem se destina a C&T.

Outra troca do tipo aproximação escola-academia proposta por **D** foi sobre como o ensino de ciências tradicional “achata” as discussões sobre aspectos éticos que perpassam a construção do saber os científicos, focando apenas nos conceitos, como mostramos na citação a seguir. Podemos observar que, em sua fala, **D** menciona o critério **construção do conhecimento científico e tecnológico**, uma vez que relaciona os diversos procedimentos e finalidades da C&T.

“Alguns (cientistas) se utilizam daquela máxima ‘os fins, justificam os meios, né? [...] E aí me fez lembrar, né? Os experimentos que aconteciam, na Segunda Guerra Mundial, lá nos campos de concentração. [...] Então assim, como é que certos conhecimentos que ficam aí, na caixa preta da ciência, né? A gente tem aí, por exemplo, a questão da indústria dos cosméticos, né? Que teve muito problema com a questão de fazer testes em animais e tudo mais. Enquanto professor, a gente precisa trazer isso pra o debate”. (Professor **D**)

O professor **I** concorda com o debate proposto por **D** e possibilita uma outra troca de aproximação escola-academia ao envolver questões raciais e de gênero no desenvolvimento da ciência. O profissional relata o caso de Henrietta Lacks, uma mulher negra estadunidense cujas células cancerosas foram coletadas, sem consentimento e passaram a ser comercializadas por suas características especiais, como a elevada taxa de divisão celular. O professor **I** problematiza se isto teria ocorrido com Henrietta se ela não fosse negra ou mulher. Ele também problematiza sobre a história de Rosalind Elsie Franklin, que produziu uma imagem por difração de raio X do DNA que foi essencial para a proposta do modelo estrutural deste material genético, mas que não foi creditada por sua contribuição. *“Essa foto foi roubada dela, né? E aí eu deixei bem claro pros alunos”.* Em seguida, o **I** reforça a importância de problematizar como as desigualdades, provenientes do âmbito social, perpassam o desenvolvimento da ciência. A colocação pode ser associada ao critério **caracterização da C&T como construção social**, uma vez que explicita como relações de poder influenciam na construção do conhecimento tecnocientífico.

Esta temática suscita uma aproximação escola-academia quando a mediadora **X** propõe uma reflexão sobre a falibilidade da ciência em dois aspectos: o primeiro é a do cientista, que como ser humano, capaz de falhar nos âmbitos moral e intelectual. O segundo relaciona a falibilidade da ciência enquanto uma instituição que não é capaz de gerar respostas miraculosas ou definitivas para as suas questões. Para este último aspecto, a mediadora **X** propõe uma ampliação do debate, especialmente no contexto escolar: *Quando a gente tem duas posições divergentes na ciência parece que [...] algum dos dois lados está mentindo ou está forjando algo. A gente acaba ensinando aquele conteúdo[...] fechado, sobre o qual já existe consenso, né? Quando não existe consenso, ele não é didatizado.”* Em seguida, **X** exemplifica como, às vezes, o ensino de ciências retrata as colocações de Lamarck, no debate sobre a evolução das espécies, como ingênuo, menosprezando um debate que era plausível

para o contexto e auxiliou no desenvolvimento do saber científico sobre o assunto. Consideramos que esta fala aborda dois critérios do eixo B da FACTS. O primeiro é a **construção do conhecimento científico e tecnológico**, uma vez que a mediadora X faz uma distinção entre a falibilidade do(a) cientista e a da ciência, que são aspectos relacionados à natureza da ciência e ao processo complexo de construção da ciência. O segundo é **articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade**, uma vez que as salas de aula também é um espaço social no qual narrativas miraculosas sobre “descobertas” científica, que muitas vezes excluem erros e controvérsias como uma parte essencial da construção de C&T.

Em seguida, a mediadora N propôs uma aproximação escola-academia de aliar o debate sobre aspectos de natureza da ciência e o uso político das informações e dos saberes científicos, no contexto do ensino científico, que pode ser associada ao critério **compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica**. Tal proposição possibilitou uma troca do tipo questionamento da mediadora M, que relacionou a complexidade da temática proposta por N com as dificuldades que os(as) professores(as) estão enfrentando no estado de São Paulo, com o novo Ensino Médio. A mediadora M relata que, por meio da disciplina de estágio, tem presenciado os desafios dos(as) profissionais na compreensão da proposta dos itinerários formativos e de desafios de como desenvolvê-los de forma transdisciplinar e contextualizada. Esta troca pode ser associada ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania** do eixo A da FACTS. O professor I concorda com o questionamento e relata a superficialidade dos materiais ofertados pelo estado como modelo e a escassez de tempo para discutir problemáticas complexas da construção da ciência: “*Há esse achatamento no itinerário formativo mesmo, né? Fica descoberta após descoberta e só falando verdades.*” A crítica relacionada ao material didático pode ser associada ao critério **construção do conhecimento científico e tecnológico**, do eixo B.

Outra troca de questionamento ocorre quando D alerta sobre a romantização das dificuldades docentes: “*Tal professor, sem ter nenhum auxílio, conseguiu fazer isso, ele conseguiu desenvolver aquilo [...] como se fosse algo que a gente deveria expandir pra todos os professores*”. E reforça que sempre falará das dificuldades como uma forma de que elas não sejam normalizadas. Em seguida, a professora V relata sua opinião sobre o novo currículo do estado de São Paulo: para ela, a proposta foi elaborada com o intuito de reduzir a evasão no Ensino Médio e, para isso, buscou possibilitar a escolha dos(as) estudantes dentre os itinerários. Contudo, ela acredita que o novo currículo oficial precisaria ser aliado a melhorias estruturais, como melhoria nas condições de trabalho, remuneração e tempo para

planejamento. Por considerar a análise da professora V mais reflexiva e por apontar alguma possibilidade de ação, consideramos que ela seja uma aproximação escola-academia. Em seguida, o professor D propõe um questionamento ao considerar reformas curriculares no Ensino Médio pouco efetivas, uma vez que as dificuldades de aprendizado surgem a partir de níveis mais iniciais da educação básica. Ambas as trocas podem ser associadas ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A da FACTS.

Após algumas trocas pouco esperançosas, a mediadora A propõe uma aproximação escola-academia, para tentar debater algumas possibilidades de mudança. Para tanto, a mediadora propõe a intencionalidade como ferramenta de luta, mesmo considerando as limitações, como as curriculares. Uma proposta é a escolha por perspectivas menos limitantes e positivistas, como as comumente encontradas em materiais didáticos tradicionais. Mesmo que não seja viável realizar uma abordagem revolucionária, propor discussões que envolvam o(a) estudante e possibilitem o debate da ciência como uma linguagem para compreensão do mundo e empoderamento pode ser um bom começo. A cita um exemplo:

“As zoonoses são um tema [...] que o livro didático [...] vem numa perspectiva: quem é o agente causador da zoonose, o que eu faço pra combater, quais são as medidas. [...] Parece que é muito linear, muito objetivo. [...] Então lançar provocações com relação a área verde, né? Em que medida a diminuição da área verde está impactando o aumento da zoonoses né? [...] Eu acho que que aí talvez trazer várias problemáticas pro nosso estudante que estão alinhadas com essa linguagem da ciência e que de alguma maneira também ajuda os estudantes se sentirem empoderados, né?” (Mediadora A)

Acreditamos que esta troca pode ser associada ao critério **compreensão da C&T como práticas contextualizadas**, uma vez que defende uma educação científica contextualizada, o que se relaciona a uma visão contextualizada sobre C&T. Outro desmembramento da discussão foi uma postura mais crítica em relação a propostas curriculares e à interdisciplinaridade. A mediadora A relata que tem passado por discussões para a construção de itinerários formativos em seu trabalho, contudo nota que os colegas desejam uma abordagem mais superficiais das contribuições da biologia em disciplinas interdisciplinares, como ela relata a seguir. Trata-se de uma troca do tipo aproximação escola-academia e pode ser associada ao critério **proposição ou desenvolvimento de um**

enfoque interdisciplinar, associada ao eixo A da FACTS, como demonstra a citação a seguir.

“Como a biologia pode contribuir com a (disciplina) agropecuária? [...] (Com) várias coisas né? [...] Mas quando a gente pega o objetivo (da disciplina) e eles (colegas) querem uma coisa muito mais prática: ‘Então fala sobre a agroecologia. Se você falar sobre a agroecologia já basta.’ Mas desde lá do estudo celular a gente pode integrar tudo isso, né? Então parece que essas integrações elas ficam muito limitadas, muito pontuais e pra mim distorce toda essa concepção de ciência que é muito mais complexa, que a gente vai fazendo ao longo de um processo.” (Mediadora A)

O exemplo da mediadora A provoca um questionamento do professor I, que relata que, apesar de realizar abordagens contextualizadas como a mediadora sugeriu, o tempo das aulas na escola é limitado para que as discussões se aprofundem. Desta forma, os itinerários se afastam da realidade escolar. Esta colocação e as anteriores levam a uma discussão essencial e que aproxima escola-academia, que são os tempos da educação. A mediadora X reflete sobre como as mudanças educacionais são processuais, à “*longuíssimo prazo*” de modo que se torna difícil avaliar claramente o aprendizado ou as transformações nos(as) discentes. Mas tal realidade não precisa ser desmotivadora: uma vez que consigamos mobilizar os(as) estudantes para participar das discussões, há uma esperança de que momentos dialógicos sejam mais presentes no currículo vivido nas escolas. Neste aspecto, a mediadora N contribui com uma reflexão a respeito da necessidade de controle docente: “*A aula é uma oportunidade de construção de pontes, mas há uma questão da própria formação no ser. A gente não sabe se aquilo vai tocá-los agora ou mais à frente. A gente constrói a ponte, mas também vem um pouquinho do aluno, né?*” Por relacionarem-se com documentos curriculares oficiais, além dos tempos e de certas características complexas do currículo vivido, acreditamos que estas trocas podem ser associadas ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A da FACTS.

Outra troca do tipo aproximação escola-academia proposta pela mediadora X relaciona-se às críticas aos itinerários formativos. Para a mediadora, é necessário que a secretaria de educação do estado possibilite que os(as) professores(as) tenham mais tempo para elaborar suas próprias abordagens dos itinerários. Em seguida, a professora V esclarece que os itinerários que foram elaborados pela secretaria contaram com sugestões de

profissionais da rede e que não são modelos a serem seguidos; na verdade são guias para facilitar este período de transição para o novo currículo. Esta interação aproximação escola-academia possibilitou que a mediadora X propusesse outra troca deste tipo sobre a complexidade de construção e materialização de políticas curriculares. Para a mediadora, possibilitar que as ideias que guiaram a construção de um currículo se concretizem é uma tarefa de todos: do estado, da universidade, da formação de professores(as), das gestões escolares. “*Como é que a gente consegue contribuir com os professores nesse processo de produção, de pensar ou de adequar os materiais, ocupando esse espaço de uma forma que seja mais adequada e mais coerente com a realidade da escola onde eles vivem né?*” É uma tarefa complexa e, por isso, demanda diversas frentes de trabalho. Neste sentido, a mediadora considera que as críticas aos itinerários formativos do estado não devem ser acusatórias e que a FACTS é uma contribuição que as mediadoras desejam realizar. Por considerarem a complexidade existente entre a idealização de propostas curriculares e sua concretização no currículo vivido, associamos estas trocas ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A da FACTS.

Neste âmbito colaborativo, a mediadora A propõe a última troca realizada no oitavo encontro, que pode ser classificada como aproximação escola-academia e se relaciona com a importância do trabalho coletivo tanto na ciência como na educação. A mediadora A declara que espaços formativos, como o curso sobre a ECC são essenciais para que entremos em contato com o distinto e o contraditório, de modo que refletimos sobre a nossa prática e identidade docente. Algo semelhante se dá na construção da ciência e no debate dos aspectos de sua natureza: ambas são coletivas e dialógicas. Desta forma, esta troca pode ser associada ao critério **construção do conhecimento científico e tecnológico**, por refletir aspectos de natureza da ciência e associá-los à educação científica e à construção da profissionalidade docente. Para Gorzoni e Davis (2017, p. 1403), a profissionalidade docente é “*construção profissional que se dá de forma progressiva e contínua; ao desenvolvimento de competências e da identidade profissional que se inicia na profissionalização e prolonga-se ao longo de toda a carreira.*” Por esta razão, acreditamos que este termo seja adequado para descrever a ideia proposta pela mediadora A.

Dessa forma, encerramos a análise do oitavo encontro, no qual ocorreu quinze trocas do tipo aproximação escola-academia e cinco questionamentos. Observamos também que neste encontro foram debatidos os cinco critérios do eixo B da FACTS: **construção do conhecimento científico e tecnológico** se destacou por cinco menções, **articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade** e **compreensão da**

não neutralidade da C&T e/ou da educação científica foram debatidos duas vezes e os demais critérios apenas uma vez. Alguns critérios do eixo A também foram mencionados: a **proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar**, em um contexto de aproximação escola-academia, e **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, que foi mencionado nove vezes, mais que os próprios critérios do eixo B. Além disso, foi critério que mais foi associado a questionamentos do encontro.

Desta forma, encerramos a análise associada ao eixo B do curso sobre a ECC e a FACTS. A proposta dos encontros sete e oito era debater sobre a visão e a percepção de C&T na sociedade, e como podemos relacioná-las ao ensino de ciências. A análise dos encontros possibilitou a observação de algumas tendências: **articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade** e **caracterização da C&T como construção social** foram os critérios menos debatidos: apenas no oitavo encontro, uma ou duas vezes. Para debater o menor protagonismo deles, vamos apresentar suas descrições em um nível *expert*.

“Caracterização da C&T como construção social: compreende a C&T como uma construção social, produtora de sentidos e significados em contextos históricos e/ou ideológicos específicos, em que pesem questões sobre as relações de poder (econômicas, étnico-raciais, de gênero) na produção do conhecimento.” (FACTS, 2022)

“Articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade: estabelece articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade, evidenciando as correlações entre os processos e resultados da produção científica.” (FACTS, 2022)

Observamos que ambos os critérios apresentam fortes relações com temáticas sociais, que extrapolam o ensino de ciências tradicional. Eles também demandam a capacidade de se manter atento(a) às relações de poder e às representações de C&T na sociedade, que são discussões dinâmicas. Acreditamos que estes critérios podem ser associados à dimensão metacognitiva da Taxonomia de Bloom Bidimensional: envolvem interdisciplinaridade, autoconhecimento a respeito de pontos fortes e a melhorar, o pensamento estratégico para a resolução de problemas e, especialmente, autonomia (Ferraz, Belhot, 2010). Podem ser associados também a aspectos políticos e ideológicos próprios do sistema capitalista, que

muitas vezes, aliena o(a) trabalhador(a) de seu ofício. Mesmo entre os critérios mais debatidos, aspectos do domínio metacognitivo também não foram plenamente observados nas discussões realizadas no curso. Por exemplo, para o critério **compreensão da C&T como práticas contextualizadas**, as trocas observadas não envolviam explicitamente as quatro dimensões: política, econômica, social, cultural e ambiental relacionadas à C&T. Já para o critério **construção do conhecimento científico e tecnológico**, a proposta de debater a relação de dependência e independência entre ciência e tecnologia, numa perspectiva da Tecnociência também não foi observada; as discussões, em geral, relacionam-se à aspectos de natureza da ciência, ou seja, em um âmbito mais disciplinar da educação científica.

Tal lacuna no domínio metacognitivo também foi percebido na escassez de uma abordagem interdisciplinar da C&T que abranja aspectos conceituais da tecnologia, respeitando as particularidades deste campo. Palacios *et al.* (2003) reafirma a importância da desconstrução da ideia tradicional e positivista que a tecnologia se reduz a um conhecimento científico aplicado. É inegável que existe uma relação estreita entre ciência e tecnologia, contudo, tal subordinação da tecnologia não parece proceder. Afinal, avanços tecnológicos impactam o desenvolvimento da ciência; a tecnologia tem uma abordagem própria de problemas da realidade apresenta sua própria natureza. Além disso, Palacios *et al.* (2003), fazendo jus às discussões propostas por John M. Staudenmaier, afirma que a tecnologia - e consequentemente a ciência - apresenta uma relação importante com as técnicas. Afinal, mesmo que estes saberes práticos possam não apresentar diretamente um saber tecnocientífico, eles se encontram em diversos laboratórios, na figura dos profissionais técnicos e suas rotinas e saberes empíricos.

Por fim, observamos outra tendência nos encontros associados ao eixo B da FACTS: diversos critérios do eixo A foram debatidos, mais de uma vez, com certo protagonismo. Observamos que o eixo A trata de aspectos metodológicos, enquanto o eixo B explora aspectos conceituais da FACTS. É possível que as reflexões do como fazer sejam mais apelativas para os(as) professores(as) que participaram do curso, de modo que as discussões conceituais foram menos aprofundadas. Considerando a Taxonomia de Bloom, o saber metodológico pode ser associado ao conhecimento procedural, que é abstrato, mas ainda disciplinar; logo é menos complexo que o metacognitivo. Observamos, então, que os(as) professores(as) participantes podem estar entre estas duas dimensões do conhecimento. Esta tendência parece ser reforçada quando notamos que o critério mais envolvido em trocas do tipo questionamento, nos encontros 7 e 8, é do eixo A: **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**. A temática curricular parece ser especialmente desafiadora

para os(as) profissionais.

4º Bloco de aulas: Eixo 3 da FACTS - Cidadania e ação

Nono encontro

O início das atividades e discussões sobre o terceiro eixo da FACTS foi marcado por imprevistos que são compreensíveis em uma perspectiva complexa da realidade. A mediadora **convidada F**, que gravaria a aula assíncrona sobre o tema adoeceu, o que acabou alterando a cronograma no curso. Neste sentido, o nono encontro foi empregado para debater as dificuldades que os(as) professores(as) estavam enfrentando em relação ao cumprimento das tarefas associadas ao curso, especialmente a final. Neste sentido, as mediadoras dialogam com os(as) profissionais de modo a estabelecer uma dinâmica avaliativa que possibilitasse a participação dos(as) docentes sem desconsiderar o seu contexto de trabalho e demandas.

Décimo encontro

Este encontro foi precedido pela disponibilidade de duas aulas assíncronas: a primeira com a temática “O ensino de Ciências como ferramenta para a construção da identidade/pertencimento (inclusão) e de valores” e a segunda com a temática “Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais”, ambas aliadas ao eixo C: **Cidadania e ação**. Ambas foram gravadas por mediadoras **convidadas F e W**. Uma destas mediadoras **convidadas W**, assim como o mediador convidado **T** do oitavo encontro compareceram de forma síncrona para participar das discussões.

As primeiras trocas deste encontro foram do tipo aproximação escola-academia e iniciadas pelo professor **D**, que comentou as suas impressões sobre a temática “O ensino de Ciências como ferramenta para a construção da identidade/pertencimento (inclusão) e de valores”. Para o profissional, a reflexão sobre se o que está sendo debatido na sala de aula é internalizado pelos(as) estudantes e se provoca alguma atitude neles(as) foi impactante. Consideramos que esta troca pode ser associada ao primeiro critério do eixo C: **participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade**, uma vez que demonstra uma preocupação em produzir aprendizagens que possibilitam uma participação mais consciente em questões sociais. Em seguida, o professor **D** reforça que assuntos sobre C&T permeia o cotidiano dos(as) estudantes e podem ser associados ao ensino de ciências: “*A gente pode tratar sobre o lixo, sobre COVID, sobre água, enfim, meio ambiente, e são coisas que estão no dia a dia deles, dos noticiários, do Instagram, do Facebook.*” Consideramos que esta aproximação escola-academia possa ser associada ao critério 2 do eixo C: **participação**

cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência, uma vez que enseja o debate sobre os impactos da C&T em nossa sociedade, bem como a necessidade de posicionarmos sobre a temática, em situações presentes ou futuras.

Outro aspecto proposto pelo professor **D** relaciona-se com a sua própria formação, que em sua visão, poderia ter sido mais contextualizada: *“A gente passa mais da metade do curso de física estudando uma física que não é dos nossos dias, né? Estudando ali sobre Newton e já no finalzinho da graduação, questões pontuais sobre física moderna.”* Tal fala suscitou a participação da mediadora **X** a respeito da ordem cronológica que muitas vezes é escolhida como uma organização curricular - seja na educação básica e superior - e que pode ser problematizada por desconsiderar a complexidade própria do desenvolvimento da ciência. Afinal, tendemos apresentar os conceitos como sínteses prontas, contudo, tais sínteses foram criadas e reformuladas ao longo dos séculos. *“A própria organização da física, [...] ela aparece muito cronológica, mas ela parte de sínteses construídas após muito tempo (de reflexão) [...] Vou falar de ponto material, de uma complexidade enorme. Galileu não falava de ponto material, mas discutia sobre movimento”*. Esta aproximação escola-academia é reforçada pelo professor **I** que relata preferir trabalhar o debate sobre genética antes do de evolução, mesmo que o primeiro conteúdo tenha sido construído pela ciência mais de um século depois do segundo. Estas trocas podem ser associadas ao critério **construção do conhecimento científico e tecnológico**, do eixo B da FACTS, uma vez que propõe um debate sobre como a ciência é desenvolvida e como ela é representada no currículo, possibilitando a associação com o critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A.

O professor **I** propõe uma outra troca do tipo aproximação escola-academia ao partilhar uma outra experiência em sala de aula, na qual usou a abordagem CTS para debater biotecnologia: iniciou pela fome, suas dimensões biológicas e social, como as ciências biológicas podem auxiliar em sua compreensão, demais conceitos relacionados até chegar na nos alimentos geneticamente modificados. Para o profissional, esta abordagem foi bem envolvente para os(as) estudantes, que comumente questionam sobre a necessidade de aprender determinados conteúdos, como ele narra no episódio a seguir.

“Tenho uma aluna daquelas que é bem indisciplinada, né? Mas ela tem umas sacadas ótimas, eu adoro ela. No final da aula eu estava falando sobre a evolução, ela falou: ‘Professor, para que eu tenho que aprender isso? O cara teorizou isso há cento e cinquenta anos. Está

todo mundo morto!’ E aí eu achei interessante [...] ela é uma menina negra: vou tentar né aliar o conhecimento evolutivo com justamente a história da Eugenia, né? [...] a gente vai falar sim do seu contexto social, né? Mas a partir da ciência.” (Professor I)

Acreditamos que a experiência narrada pelo professor **I** pode ser associada ao critério **construção de identidade/pertencimento (inclusão) e de valores**, uma vez que propõe o debate da ciência como uma formação de problematizar a identidade da estudante, em seu contexto histórico-social. Tal reflexão possibilita que o conhecimento possa se tornar uma mobilização discente, que fomente uma ação associada a outro critério: **participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade**

A busca pela mobilização dos(as) estudantes desperta uma outra troca do tipo aproximação escola-academia, realizada pela mediadora **X** sobre o que seria contextualizar o ensino de ciências por meio do cotidiano discente. Para tal, ela menciona que nem tudo que está no cotidiano intriga os(as) estudantes e vice-versa: um exemplo são os dinossauros, que fascinam muitos(as) educandos e não cotidianos. No mundo atual, em que o acesso à informação é mais diverso e personalizado, é difícil saber com clareza o que é cotidiano para diferentes crianças e adolescentes. É certo, contudo, que algumas temáticas intrigam mais que as outras, ainda que não saibamos exatamente o porquê. Neste sentido, mais do que abordar o cotidiano, a mediadora **X** sugere que a contextualização deve ampliar o olhar do(a) estudante por meio dos conhecimentos científicos e das relações dele com a tecnologia e a sociedade. E, para provocar mobilização, sugere que a discussão seja motivada por problemas relevantes socialmente: *“Não é uma questão da gente adequar o mundo ao currículo, mas adequar o currículo ao mundo. Se eu (professor(a)) começo a ver como currículo se adequa ao mundo, eu não tenho que perguntar por que eu tenho que ensinar algo.”* Acreditamos que esta troca perpassa dois critérios da FACTS: principalmente **desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade** do Eixo A, uma vez que propõe que questões relevantes e intrigantes motivem o ensino. Por meio desta abordagem metodológica, podemos atingir, indiretamente o critério **participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade** do eixo C; afinal o questionamento do porquê ensinar algo pode ser associado à construção da cidadania.

E como mencionado pela mediadora **X**, esta reflexão sobre o currículo precisa partir do(a) professor(a), como relata a professora **K** ao possibilitar mais uma aproximação escola-academia. A profissional, que é química, precisou assumir aulas de física na escola em que trabalha. Este novo desafio fez com que a sua forma habitual de lecionar - iniciando a

abordagem por conceitos - perdesse o sentido para ela, afinal estava lidando com uma nova disciplina. Para se organizar, ela passou a abordar temas sociais como forma de começar a debater saberes da física e notou que os(as) estudantes passaram a questioná-la menos sobre a necessidade de aprender determinados temas.

As transformações nas abordagens docentes são, em seguida, abordada pela mediadora **convidada W**. Ela sugere que os(as) educadores(as) se sintam confortáveis para usar a abordagem CTS com maior flexibilidade: mesmo que aula não se inicie com uma questão social, e sim por uma questão científica ou tecnológica intrigante, é possível que a discussão sobre a sociedade se dê de forma profunda, e não utilitarista. Ela sugere, também, que nem todos os conceitos precisam ter uma aplicabilidade clara: *“Muitas vezes aquilo que a gente está aprendendo faz parte de um corpo de conhecimentos maior que vai ter uma aplicação posterior.”* A mediadora **convidada W** também observa a importância de discussões sociais também fazerem parte de atividades avaliativas, uma vez que fazem parte do aprendizado. Novamente, acreditamos as trocas que perpassam dois critérios da FACTS: diretamente **desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade** do Eixo A, e indiretamente o critério **participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade** do eixo C.

Esta fala repercute no discurso do professor **D**, que concorda com a mediadora **convidada W** e propõe que mesmo que seja dada ênfase em algum aspecto da tríade CTS não significa que os demais não estejam presentes: *“Eu acho que a gente precisa ter essa visão holística.”* Caracterizamos esta troca como aproximação escola-academia. O profissional também concorda com as possibilidades de organização curricular que não seja necessariamente cronológica, como proposto pela mediadora **X** anteriormente. Contudo, questiona as possibilidades de efetivá-la graças às dificuldades estruturais da profissão, que sobrecarregam os(as) professores(as). Ambas as trocas podem ser associadas ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A.

A troca seguinte foi do tipo aproximação escola-academia e proposta pelo mediador **convidado T**, que problematiza como novas tendências surgem na educação e, como muitas vezes, os(as) educadores(as) são pressionados a aderi-las. Contudo, é preciso problematizar o que é realmente novo: muitas novidades são releituras de tendências existentes desde a década de 1970, *“como a relação entre escola, sociedade, a vivência dos alunos”*. O mediador **T** sugere que é importante refletir sobre isso, para que não sejamos tomados pela sensação da necessidade de um recomeço eterno, do ponto de vista teórico. Tal energia, de acordo com mediador **convidado T**, poderia ser redirecionada pelos(as) professores(as) para a construção de uma relação dialética constante entre a comunidade escolar, as ações pedagógicas e os

conteúdos. A reflexão proposta pode ser associada ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A, especialmente porque ele propõe um currículo “flexível e aberto para permitir a inclusão de demandas e necessidades por parte da comunidade escolar” (FACTS, 2022). A proposta de uma relação mais crítica com o conteúdo provocou um questionamento da professora V acerca da pouca flexibilidade curricular, que não permite que os profissionais da educação trabalhem concepções mais autorais acerca dos conteúdos.

Em seguida, a mediadora X promove uma aproximação escola-academia ao questionar se a pouca flexibilidade é maior no currículo ou em nós, os(as) professores(as) e seus(uas) formadores(as) que tem dificuldade de formar profissionais que se sintam livres e capazes de se “movimentar” dentro currículo. Afinal, de acordo com a mediadora X, os currículos e os livros didáticos têm se alterado, “*para o bem ou para o mal*”, mas seguimos apegados em certas estruturas de ensino e aprendizagem. “*As pessoas, às vezes, esperam que por estarmos na situação de formadora de professores, a gente tem a solução. Ai os alunos às vezes me perguntam: ‘ah, não é assim? Então, como é que é?’ Eu não sei, estamos mudando.*” Em seguida, a mediadora comenta que a BNCC, por ser bastante aberta, apresenta diversos problemas, mas também possibilita liberdade. A professora V, contudo, questiona a colocação da mediadora X, uma vez que a proposta do estado de São Paulo para a concretização da BNCC discrimina quais habilidades e conteúdos devem discutidos em cada ano do ensino médio, de modo que a interdisciplinaridade com outras áreas seja dificultada: “*Se as demais componentes (curriculares) não vão trabalhando esse mesmo conteúdo, nesse mesmo momento, dificulta*”. A professora V relata, ainda, como a escassez de tempo para diálogo entre os(as) professores(as) e a pressão por resultados em avaliações externas são algumas das dificuldades para um exercício docente mais livre no âmbito curricular.

Tal colocação é respondida pela mediadora X que concorda com as dificuldades narradas por V, mas sugere que pensamos um pouco além da nossa realidade: “*Falo pros meus alunos que eu tenho que ter as minhas utopias pra elas me direcionarem a minha pra direcionarem as minhas ações.*” As questões de contextualização, como as propostas pelo professor I anteriormente, foram mencionadas como formas possíveis de construir uma educação científica crítica. Para isto, contudo, é necessário romper algumas perspectivas: “*A gente não precisa derrubar o prédio inteiro, mas que a gente vai ter que quebrar a parede, recolocar algumas estruturas, rearranjar algumas coisas, com certeza é necessário.*” Esta aproximação escola-academia foi aprofundada pela mediadora Y que problematiza que, de fato, as propostas de interdisciplinaridade e contextualização não são recentes. Contudo,

passam a assombrar os(as) professores, que sentem presos(as) ao currículo oficial, considerado como um obstáculo ao pensamento mais livre e a criação de propostas educativas mais autênticas. A mediadora Y problematiza, também, que os(as) profissionais são capazes de resistir às mudanças curriculares oficiais, como mostramos a seguir.

“Mas será que esse de fato é um problema verdadeiro? Ou é um falso problema? Quem de fato é patrão (em sala de aula): é o currículo ou somos nós? Parece que a gente está sempre respondendo a alguém que a gente nem sabe quem é. Porque veja, a BNCC está aí né? Mas [...] os PCNs estiveram aí durante muito tempo, desde a década de 90, ele nunca entrou efetivamente na escola. Vamos falar o que é verdade: a gente ia pra escola fazia cursos de formação, o pessoal nem sabia direito o que tinha no PCN. Porque também os professores de alguma forma se recusam algumas mudanças que vem de cima e que eu acho que é legítimo. Eu me lembro que quando caiu os PCNs e quando a BNCC veio, eles começaram a ganhar dimensão. Eu começo a ver agora referenciais nas monografias, olha, nos meus alunos (licenciando(as)) que nem chegavam a trabalhar com eles, né? Os PCNs, né? Eles ganharam uma importância e começaram a ser compreendidos depois.” (Mediadora Y)

Associamos as quatro trocas anteriores ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A da FACTS. A fala da mediadora Y, que conclui esta série de trocas, possibilita uma reflexão de como a dinâmica entre currículo oficial, professores(as) e os processos de ensino e aprendizado concretizados na escola é complexa. O estudo realizado por Jenkins (2019), que ajuda a embasar o nosso estudo, demonstra esta realidade ao observar que aspectos ambientais e/ou institucionais, pessoais e comportamentais dos(as) profissionais impactam sua relação com o currículo, de modo que diferentes agências docentes. De acordo com Melo *et al.* (2022), a agência pode ser entendida como a ação que o(a) professor(a) assume sobre o currículo, conjugando-o com suas práticas docentes, sua gestão do trabalho, sua visão do saber etc. A autora observa que os(as) professores(as) podem apresentar agências proativas, passivas ou até mesmo reativas, na qual escolhem resistir a mudanças curriculares, ignorando-as. Neste sentido, é importante problematizar o quanto os(as) professores são subjugados(as) pelo currículo no contexto da educação pública, uma

vez que percebemos que a agência docente é perpassada por uma complexidade maior do que uma relação de imposição do currículo oficial.

Em seguida, a mediadora **Y** propõe mais uma aproximação escola-academia ao debater sobre as peculiaridades da juventude pós-moderna: criados com acesso a internet, às informações e imersos em narrativas políticas atuais, como a negação da ciência, é natural que os(as) estudantes questionem o porquê dos processos de ensino e aprendizagem. A mediadora **Y** problematiza que eles e elas são o principal foco da escola, não o currículo. Os(as) estudantes, muitas vezes, nem sabem do que o currículo se trata. Desta forma, a ocupação excessiva com regras curriculares parece indevida, de acordo com **Y**. Tal atenção poderia ser direcionada para o trabalho coletivo entre os(as) professores(as) de modo a construção de uma base antropológica para a educação daquela comunidade escolar: *Sozinho (o trabalho do professor) é difícil. Agora quando uma escola, se a escola se resolver, em um coletivo, que ela vai fazer a diferença né? Ai não tem currículo, não tem nada, entendeu? E ela faz a diferença.*” Acreditamos esta troca seja uma busca da mediadora para uma mudança no foco da discussão: do critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**, do eixo A, para o critério **construção de identidade/pertencimento (inclusão) e de valores**, como a solidariedade (Eixo C). A mediadora **Y** defende que esta articulação é essencial para que uma educação para a ação e para a cidadania, com intencionalidade, se desenvolva, já que o conhecimento não basta para promover a transformação social, “*mas o conhecimento tomado em formas muito específicas de apropriação e aprimoramento.*” Considerando-se que a mediadora **Y** trata do saber tecnocientífico, podemos associar a troca ao critério **participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência**: não basta saber C&T, é necessário articulá-las à atitude cidadã.

Tal troca ainda é respondida por um questionamento de **V** que relata que, apesar de o currículo ter uma abordagem espiral, que possibilitaria a retomada de conteúdos e facilitaria a interdisciplinaridade, o imediatismo e o esquecimento dos(as) estudantes dificulta sua concretização. O engessamento do currículo e pressão por índices mais positivos sobre a gestão ainda são apresentados pela professora **V** como obstáculos complexos. A mediadora **A** propõe, então que mudanças podem ser feitas mesmo no âmbito disciplinar, uma vez que a falta de mobilização dos(as) estudantes - que podem também impactar nos resultados em avaliações externas - podem ser associadas com a falta de narrativas que tragam sentido para a educação científica. Trazer discussões sociais, comumente associadas às ciências humanas, para disciplinas de estudo da natureza é uma interdisciplinaridade possível. Caracterizamos esta troca como uma aproximação escola-academia e associamos a ela o critério **participação**

consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade, por buscar associar o ensino de ciências com perspectivas mais humanas e, possivelmente, mais humanísticas.

Outra questão levantada por **A** é sobre como possibilitar um debate mais complexo sobre a natureza e a construção da ciência sem reforçar discursos anticiência, com o apoio da divulgação científica. Esta proposta de discussão pode ser associada ao critério **reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais**, uma vez que propõe “apresentar diferentes pontos de vista em relação a questões sociais”, e a ciência é uma questão social. Em resposta, uma troca aproximação escola-academia é facilitada pelo mediador **convidado T**, que sugere a discussão se dê por meio do processo de construção do conhecimento científico e não apresentar descobertas, como se eles fossem simples e rápidas. Uma prática que é comum por veículos midiáticos, sugere o mediador **convidado T**. Uma proposta de divulgação científica sugerida pelo mediador é mostrar o que está sendo desenvolvido nas pesquisas de ponta e, em seguida, relacionar como o desenvolvimento da ciência, ao longo do tempo, contribuiu para a realização das pesquisas atuais. Esta proposta se relaciona ao critério **construção do conhecimento científico e tecnológico**, do eixo B.

Considerando a contribuição do mediador **convidado T**, o professor **I** realiza um questionamento: como realizar este debate complexo em um formato tão rápido e fluido, como os das redes sociais que os(as) jovens comumente acessam? O mediador **convidado T** responde que é possível produzir conteúdos de divulgação científica, em uma perspectiva crítica, mesmo em plataformas criadas para o rápido consumo de informação. Contudo, ele ressalta que é importante, enquanto educadores(as), que busquemos oportunizar um consumo de informação mais reflexivo e longo: *“esse nosso papel de educador é resistir um pouco essa lógica do tudo em três minutos [...] A gente está lidando com o problema de alunos hiperexcitados e tem um componente desse aporte gigantesco de informação midiática, de tela e de celular etc”* Consideramos se tratar de aproximação escola-academia. Acreditamos que a reflexão proposta pelo mediador **convidado T** relacionasse ao critério **análise dos impactos da Ciência e Tecnologia**, uma vez que sugere uma reflexão dos impactos que tecnologias, como as redes sociais, tem em nosso cotidiano e como também é importante que esta reflexão seja proposta no contexto escolar.

Por fim, a última aproximação escola-academia foi pela mediadora **Y** e se relaciona com o tempo: a falta dele para conversar com os colegas, para refletir e se impor em relação ao currículo oficial, o imediatismo dos(as) estudantes, a hiperexcitação promovida pelos tempos das redes sociais. A mediadora **Y** pergunta então: *“A quem interessa que seja assim? E por que a gente sabe disso há muito tempo e não muda essa situação?”* Estas questões

centrais para o desenvolvimento de uma educação científica mais crítica nas escolas encerra o bloco de aulas do curso sobre a FACTS e a ECC. Consideramos esta última troca emblemática por representar mais uma tentativa da mediadora Y em transpor o incômodo que aspectos associados ao critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania** para as possibilidades de mudança que o critério **participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade**.

Desta forma, encerramos a análise associada ao eixo C do curso sobre a ECC e a FACTS. A proposta dos encontros nove e dez era debater sobre cidadania e ação, e como podemos relacioná-las ao ensino de ciências. Mesmo com o imprevisto associado ao encontro nove, fazendo com o eixo C tenha tido um único momento para debates, acreditamos que seja possível apontar tendências. Todos os seus critérios foram mencionados ao menos uma vez, contudo, **participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade** foi o mencionado com maior frequência: seis vezes ao total, sempre em trocas do tipo aproximação escola-academia. Em seu nível *expert*, o critério é descrito como

“propicia aprendizagens que permitam uma participação consciente e crítica no desenvolvimento de uma sociedade a partir da construção de conhecimentos, valores ou experiências de ação que levem em consideração os conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social” (FACTS, 2022)

É possível observar que se trata de descrição bastante ampla, que possibilita entendimento mais ou menos completos e complexos de aspectos de C&T ou de seu ensino. O segundo critério mais citado do eixo C - mencionado duas vezes - também apresenta estas características: **construção de identidade/pertencimento (inclusão) e de valores**. Já aspectos mais específicos e que demandam ações mais claras não foram tão mencionados. Considerando os aspectos atitudinais e éticos que permeiam este eixo da FACTS, parece ser uma tendência, no grupo de professores(as) que participaram da formação, certa dificuldade de associar cidadania e tecnociência: seja na reflexão sobre os impactos da C&T, o que envolvem riscos, precaução e controvérsia; participação em agendas de pesquisa ou nas decisões sobre o uso da C&T.

Outra peculiaridade do décimo encontro foi o surgimento considerável de critérios de outros eixos da FACTS: juntos eles foram associados a 12 interações. Acreditamos que este surgimento está relacionado à própria complexidade de debater temáticas atitudinais, que demandam a articulação de metodologias (eixo A) e conceitos (eixo B) da ECC, e que resulta

na dificuldade de se desenvolver ações educativas do domínio atitudinal. A própria taxonomia de Bloom Bidimensional (Ferraz; Belhot, 2010) considera que aspectos atitudinais transcendem o domínio cognitivo - com seus verbos e dimensões do conhecimento - e se relacionam também ao aspecto afetivo, que envolve comportamentos e sentimentos.

Observamos que o critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania** manteve o seu protagonismo e foi o mais associado a trocas do tipo questionamento no décimo encontro, reforçando como a temática curricular parece ser o tópico mais sensível, em um aspecto negativo, ao professores(as) que foram apresentados à FACTS e à ECC. Esta tendência foi respondida pelas facilitadoras do curso com a proposta de uma nova abordagem atitudinal docente, mais complexa: a substituição da preocupação com os conteúdos e a pressão de instituições oficiais pela busca do fomento da cidadania. É um convite para mobilização docente, para a consciência da escolha política de sua profissão (Aikenhead, 2022), para uma proposta de construção de sentidos novos, para a autonomia em sua relação com saber e a profissionalidade.

Décimo primeiro encontro

O último encontro do curso sobre ECC foi destinado para a apresentação da atividade final do curso, que consistia em empregar a FACTS para propor uma atividade para o ensino de ciências ou avaliar um material didático ou pesquisa educacional na perspectiva da ECC. Quatro grupos de professores(as) apresentaram as atividades desenvolvidas. O primeiro dele era composto pelos professores **J** e **I** que analisaram uma dissertação de mestrado que se propunha uma sequência didática para o ensino de genética para os(as) estudantes do ensino médio. O objetivo da autora era propiciar que os(as) educandos(as) ampliassem seus conhecimentos e vocabulários sobre a temática, além de aumentar a autoconfiança discente. O professor **I** destacou a relevância dos conhecimentos sobre genética para a atualidade e como tal relevância deve aumentar no futuro, com os avanços da tecnociência: *“Isso acho que me marcou no curso sobre a Educação Científica Crítica: a gente prepara o aluno não para sociedade de hoje, mas pra sociedade do futuro.”*

A autora da dissertação propôs, ao todo, doze atividades sequenciadas, que ao serem avaliadas por meio da FACTS, não apresentaram 8 dos 17 critérios da FACTS; apenas um dos critérios foi atingido em nível *expert*. O professor **I** relata que o eixo em que a dissertação menos pontuou foi o terceiro: Cidadania e ação. O profissional compreende que este resultado não desmereça a sequência didática, considerando que o objetivo proposto pela autora da dissertação e critérios do eixo 1 e 2 que foram contemplados. Contudo, **I** indica que,

futuramente, o desenvolvimento das atividades em sala de aula pode ser um pouco mais contextualizado. Outra reflexão realizada pelo professor é que o currículo oficial paulista que norteou a sequência didática apresentava muitas habilidades associadas aos verbos lembrar, compreender e aplicar da Taxonomia de Bloom. Verbos mais complexos - como analisar, avaliar e criar - não aparecem na proposta curricular, o que também pode ter contribuído para que diversos critérios da FACTS não fossem contemplados nas atividades. As considerações propostas pelos professores **I** e **J** representam uma reflexão considerável em relação à FACTS, o que é verbalizado por **I**: *“A FACTS auxiliou na reflexão sobre a melhoria da sequência, eu acho que eu não conseguiria chegar a essas conclusões sem ela, né? Eu acho que ela foi ótima referência, né?”*

O segundo grupo a apresentar foram das professoras **N** e **K**. Elas relataram a proposta de uma sequência didática realizada na escola em que trabalham, na qual os ciclos biogeoquímicos foram debatidos por meio do debate dos fatores ambientais que os impactam, pela construção de terrários que foram expostos a diferentes ambientes. Após um período, a observação de como as condições afetaram os pequenos ecossistemas encerram as discussões. As professoras **N** e **K** relataram que os(as) estudantes se mobilizaram por meio da sequência didática e apresentaram os resultados na feira de ciências da escola. Do ponto de vista da ferramenta, as professoras alegaram que a FACTS elucidou que, apesar de a atividade apresentar um carácter experimental e envolver saberes da Química e da Biologia, poderia ser mais interdisciplinar, associando saberes da Geografia, uma ciência humana. Tal percepção foi mais pronunciada em critérios que mencionavam a aspectos de natureza da ciência: *“Quando envolvia questões que falavam um pouco mais de ciências no modo geral, (vimos) que a ciência envolve vários estudos, então a gente deixou um pouquinho a desejar, poderíamos ter envolvidos outras disciplinas.”*

A terceira apresentação foi da professora **A** e do professor **F** que analisaram um projeto interdisciplinar, realizado na escola em que os profissionais lecionam, com objetivo de construir um jardim sensorial. *“A matemática foi trabalhada nas construções de canteiro; as ciências na geração de energia e irrigação; a geografia [...] discutiu as monoculturas e como que a gente poderia ter alternativas alimentícias de baixo custo, [...] em uma comunidade de periferia”*. A principal contribuição da professora **A** no projeto foi por meio do plantio de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) em conjunto com os(as) estudantes. As propriedades nutricionais dos vegetais foram pesquisadas e os(as) estudantes produziram receitas com as PANCs; os alimentos produzidos foram partilhados com a comunidade escolar. Em relação ao uso da FACTS, a professora **A** considera que ela relevou aspectos

importantes na idealização de atividades e projetos que passam despercebidos caso não haja o apoio da ferramenta, de modo que ela será útil em projetos futuros. A professora, contudo, não especifica quais os critérios da FACTS promoveram maior reflexão sobre o projeto supracitado.

Sobre a fala da professora **A**, a mediadora **X** a função da ferramenta não é rotular as atividades em adequadas ou inadequadas e que é complexo que uma única atividade seja capaz de contemplar todos os critérios da FACTS. Neste sentido, é importante diferentes projetos e abordagens se complementem. *“A atividade não ser completa (em relação à FACTS) não é um problema; o que não pode ser incompleta é a formação do aluno.”* Finalmente, o último grupo de apresentação era composto pelo professor **D** e a professora **C**. Ambos, contudo, estavam impossibilitados de falar, então a mediadora **A** representou-os e relatou que foi produzida uma sequência didática sobre biomas. Os profissionais relataram que a ferramenta auxiliou a pensar pontos de melhoria para o material didático concluído; contudo, consideraram os critérios da FACTS demasiadamente amplos para a análise uma sequência didática. Acreditamos que **D** e **C** tiveram esta impressão antes do debate proposto pela mediadora **X**, que elucida que a FACTS é uma ferramenta de reflexão, de modo que nem todos os critérios precisam estar contemplados em uma atividade.

Desta forma, finalizamos o encontro onze, cujo protagonismo foi dos(as) professores(as) que finalizaram a formação sobre a FACTS e sobre a ECC. As apresentações dos(as) professores possibilitou outras contribuições sobre como o curso contribui para o aprendizado deles(as): observamos a melhoria da capacidade crítica dos profissionais sobre a sua própria prática, a maior valorização de aspectos atitudinais, da interdisciplinaridade, e da importância do planejamento reflexivo de atividades foram algumas das tendências percebidas. Notamos, também, como a formação provocou diferentes níveis de reflexão nos(as) docentes: enquanto alguns(mas) mencionam aspectos claros de seu aprendizado, outros são mais lacônicos. E, foi com base nestes níveis que escolhemos os(as) professores(as) com os quais realizamos a nossa última coleta e análise de dados, apresentadas no tópico 4.3.

4.2.1 Conclusão parcial sobre os encontros

Após esta extensa análise, nos propomos a apontar algumas das tendências gerais observadas ao longo da formação: é marcante que a maioria das trocas entre os professores e as(os) mediadoras(es) foram do tipo aproximação escola-academia, o que consideramos um marco dialógico da condução do curso. Ele está ligado à abordagem complexa e aberta à

incerteza por parte das mediadoras, que se dispuseram a um diálogo real com os(as) professores(as).

Outra tendência, existente no questionário inicial se manteve ao longo de toda a formação, é de que os(as) professores(as) apresentam dificuldades e/ou resistência em pontos de debate que envolvia ações educativas associada ao domínio metacognitivo da Taxonomia de Bloom Bidimensional (Ferraz; Belhot, 2010). Tal domínio abrange maior criticidade sobre o próprio aprendizado, interdisciplinaridade e abstração. Esta barreira também ocorreu quando era necessário apresentar uma visão mais complexa da realidade, considerando as diversas dimensões do conhecimento científico, da ação cidadã ou dos processos de ensino e aprendizagem. Tais entraves são naturais e esperados: a construção da *scienza nuova*, “aberta para a incerteza e a superação; não ideal/idealista, sabendo que a coisa jamais será totalmente fechada no conceito” (Morin, 2015, p. 49), é um desafio para os(as) que foram educados(as) por um viés pós-positivista, ainda encontrado em diversas intuições de ensino.

Considerando cada um dos blocos do curso, é possível construir algumas conclusões. No **bloco introdutório**, observamos que os(as) profissionais presentes na primeira aula apresentaram um alinhamento natural com alguns pressupostos da ECC, como demonstraram as nuvens de palavras. Sobre as principais dificuldades que os(as) profissionais apresentaram em relação a ECC e a FACTS estão a pressão por resultados nas avaliações externas, aspectos curriculares que dificultam uma atuação docente mais autoral e as dificuldades e desinteresse discentes.

No **segundo bloco** da formação, associado ao **Eixo A - Processos de ensino e aprendizagem** da FACTS, notamos que o critério mais debatido, de forma esperançosa, foi proposição de abordagens metodológicas específicas. Já o menos debatido foi o critério desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade. Acreditamos o primeiro apresenta o(a) professor(a) com maior controle sobre o processo de ensino e aprendizagem, enquanto o segundo demanda maior protagonismo da comunidade escolar. Considerando que é culturalmente esperado que o(a) educador(a) tenha “domínio da sala” e seja executor do currículo (Auler, 2007) e que a escola tradicional seja pouco aberta à incerteza, é natural que a redução do controle docente seja um desafio. Além disso, os principais questionamentos em relação à ECC e à FACTS neste bloco foram associados ao critério organização do currículo visando uma educação para a cidadania: seja no âmbito da formação de professores(as) e pesquisadores(as) na educação, no ensino fundamental I, na realização de mudanças na educação básica e devido à sobrecarga docente.

Já no **terceiro bloco** da formação, associado ao **Eixo B - Visão e produção de C&T** da ferramenta, observamos que os critérios menos debatidos (articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade e caracterização da C&T como construção social) são aqueles que extrapolam o domínio do ensino de ciência tradicional, ou seja, demandam por interdisciplinaridade, formação constante por meio da observação de tendências em voga na sociedade e autonomia, habilidades associadas à dimensão metacognitiva da Taxonomia de Bloom Bidimensional (Ferraz, Belhot, 2010). As dificuldades na interdisciplinaridade também se revelaram na escassez de discussões sobre aspectos conceituais da tecnologia. Notamos também que diversos critérios do eixo A foram debatidos, mais de uma vez, ao longo dos encontros associados ao eixo B. Sabemos que eixo A da FACTS é associado ao aspecto metodológico e o eixo B ao aspecto conceitual da ferramenta. Considerando a Taxonomia de Bloom Bidimensional, o saber metodológico pode ser associado ao conhecimento procedural, que é abstrato, mas ainda disciplinar; logo é menos complexo que o metacognitivo (Ferraz, Belhot, 2010). É possível que os(as) professores(as) participantes estejam entre estas duas dimensões do conhecimento. Esta tendência parece ser reforçada quando notamos que o critério mais envolvido em trocas do tipo questionamento, nos encontros 7 e 8, é do eixo A: **organização do currículo visando uma educação para a cidadania**. A temática curricular permanece especialmente desafiadora para os(as) profissionais.

O **quarto bloco** da formação é o último do curso e está associado ao **Eixo C - Cidadania/ação**. O critério mais discutido neste bloco foi participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade, que apresenta uma descrição bastante ampla e permite entendimentos mais diversos. Considerando os aspectos atitudinais e éticos que permeiam este eixo da FACTS, parece ser uma tendência, dentre os(as) professores(as), certa dificuldade em associar cidadania e tecnociência de forma mais profunda. Notamos também o protagonismo de critérios associados a outros eixos da FACTS: o que pode se relacionar à própria complexidade de debater temáticas atitudinais, que demandam a articulação de metodologias (eixo A) e conceitos (eixo B) para o desenvolvimento de tais ações educativas. A taxonomia de Bloom considera que aspectos atitudinais transcendem o domínio cognitivo e se relacionam também ao aspecto afetivo, que envolve comportamentos e sentimentos (Ferraz, Belhot, 2010). Observamos que o critério **organização do currículo visando uma educação para a cidadania** manteve o seu protagonismo e foi o mais associado a trocas do tipo questionamento no eixo C, o que faz com que ele seja o aspecto da FACTS no qual os(as) profissionais apresentaram maior resistência.

Tal tendência, que transpassou todos os blocos do curso, fez com que as mediadoras refletissem sobre a autonomia dos(as) professores(as) em sua relação com saber e a profissionalidade. Quais são os empecilhos reais e concretos que o currículo oficial apresenta para a atuação docente? E em que proporção? Elas ainda propuseram uma nova abordagem atitudinal docente, mais complexa: a substituição da preocupação com os conteúdos e a pressão de instituições oficiais pela consciência política de sua profissão e busca do fomento da cidadania.

4.3 Análise dos discurso docentes após uma formação continuada sobre a Educação Científica Crítica e a ferramenta FACTS

O curso sobre a ECC apresentou 63 inscritos(as), dos(as) quais 29 apresentaram-se na primeira aula e 11 profissionais da educação concluíram o curso, o que representa 18% do total de inscritos. Considerando o cotidiano dos(as) profissionais da educação, é compreensível que alguns(mas) acabassem desistindo do curso: excesso de trabalho, falta de tempo e pouca flexibilidade de horário para realizar cursos de formação continuada e pós-graduação são, infelizmente, são dificuldades corriqueiras no ambiente escolar (Lima, Vasconcelos, 2006).

Para a realização das entrevistas, escolhemos dois professores: **I** e **J**, que juntos apresentaram o trabalho final do curso sobre a ECC que mais se destacou pelo seu nível de dedicação e reflexão. Além disso, os profissionais realizaram participações coerentes e robustas ao longo dos encontros. Escolhemos este perfil de profissional para entrevistar por acreditarmos que eles poderiam ter lembranças mais vividas sobre o curso e maior potencial de a ECC ter sido incorporada ao seu discurso. Apresentaremos mais informações sobre o percurso formativo de ambos e, em seguida, traremos a análise das entrevistas, realizadas de acordo com o roteiro apresentado no Apêndice B. Os dados dos professores(as) escolhidos estão detalhados no Quadro 3 a seguir.

Quadro 3 - Percorso formativo e informações dos docentes **I** e **J**

<i>Professor</i>	<i>Formação</i>	<i>Campo de trabalho</i>	<i>Perfil no questionário inicial</i>
I	Licenciado em ciências biológicas, mestrado e doutorado na área de farmacologia com ênfase em bioquímica.	Professor de ciências e biologia em uma escola pública de	Apresentou uma média 4,0 associada ao nível avançado da FACTS. O profissional apresentou menor habilidade (nível 1 - não apresenta) em duas afirmativas do eixo A. “14. Em aulas experimentais, uso o espaço

	Atua há 12 anos como professor.	regime integral.	<i>da cidade como um contexto educativo” e “16. Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos.”</i>
J	Licenciado em ciências biológicas, especialista em Educação e Tecnologias e mestrando em Ensino de Biologia.	Professor de ciências em uma escola pública de regime integral.	Apresentou uma média 4,0 associada ao nível avançado da FACTS. O profissional apresentou menor habilidade (nível 2 - principiante) em uma afirmativa do eixo B. <i>“4. Artigo os processos pelos quais ciência e tecnologia são produzidas e os impactos que elas têm na sociedade.”</i>

Uma vez apresentadas algumas informações gerais, partiremos para a análise das entrevistas: elas foram baseadas no modelo proposto por Jenkins (2019): *Triadic Reciprocal Framework Core Agency Concept* (TRFCAC). Este modelo se baseia no conceito de agência docente, que considera a complexidade de aspectos que perpassam o trabalho e o discurso de um(a) professor(a). Por esta razão, vamos empregar a agência docente como ferramenta para avaliar como o discurso docente se aproximou ou se distanciou da ECC após a formação continuada. O modelo TRFCAC analisa a agência docente perante mudanças curriculares, por meio de três aspectos: ambientais, comportamentais e pessoais. A análise dos dados da entrevista seguirá estes aspectos, que se relacionam de forma recíproca e complexa. A questão desencadeadora do diálogo foi: *“Como você considera que a participação na formação sobre a educação científica crítica impactou o seu trabalho?”* A partir dela, outras questões foram debatidas, como indica o roteiro (Apêndice B). As entrevistas foram realizadas cerca de nove meses após a conclusão do curso, de modo que os profissionais pudessem ter tempo hábil de refletir e trabalhar após a formação, e que a entrevista revelasse aspectos da ECC que realmente sensibilizaram e mudaram o trabalho dos professores.

Aspectos ambientais

Para Jenkins (2019), fatores ambientais exercem influência considerável na agência docente: a liderança escolar, como as mudanças curriculares são apresentadas e desenvolvidas pela gestão, a relação com os pares e a estrutura física da escola são alguns destes fatores. Neste sentido, analisaremos como aspectos ambientais impactaram no discurso dos professores sobre a sua agência, aproximando-os ou não da ECC.

Professor I

O professor **I** leciona em disciplinas de ciências do ensino fundamental, de biologia e itinerário formativo para o ensino médio em uma escola integral da rede estadual de São Paulo. O profissional relata que seu ambiente de trabalho apresenta uma estrutura física favorável: a escola apresenta três laboratórios - incluindo um de física e um de biologia e química -, além de dispor de verba para comprar equipamentos e de apoio por parte da gestão escolar. O professor **I** também relata que considera que os(as) colegas de trabalho são relativamente abertos a trocas, o que também é favorecido pela proposta da escola integral: o desenvolvimento de disciplinas eletivas em dupla de professores(as) auxilia na construção de interdisciplinaridade e do trabalho coletivo na escola, o que se alinha à ECC. Contudo, experiências em escolas prévias fazem com que ele ainda tenha dificuldade em trabalhar em conjunto com outros(as) educadores(as). *“Tenho dificuldades de trabalhar coletivamente, justamente porque na minha escola (anterior) eu não trabalhei.”*

Em contrapartida, o profissional enfrenta desafios contextuais relacionados às mudanças curriculares propostas pelo novo governo. Aspectos positivos da escola integral, como a possibilidade de projetos tutorados - nas quais os(as) professores(as) orientam os(as) estudantes em aspectos emocionais, afetivos e acadêmicos - tem sido descaracterizados e direcionados para um caráter mais conteudista e menos complexo. *“Eles querem algo mais acadêmico, o que é um erro, porque senão não vai abarcar a completude do ser humano, entendeu?”* Outro desafio é o pouco tempo de planejamento: o profissional relata que leciona quarenta aulas e possui apenas 5 horas de planejamento. Para ele, o propósito desta organização é restringir a liberdade docente, especialmente porque a pressão para aderir e ter bom desempenho em avaliações externas têm aumentado. É importante considerar, também, aspectos econômicos, como uma possível busca, do estado de São Paulo, por reduzir gastos com os salários dos(as) profissionais da educação.

Neste sentido, o governo estadual disponibilizou uma plataforma com conteúdos e atividades prontas para os(as) professores(as), que foram elaborados de acordo com a avaliação externa. Apesar de não ter tempo de avaliar o material da plataforma, o professor **I** não considera boa esta mudança: *“preparar sua própria aula, avaliar o conteúdo, é que é benéfico [...] justamente no ensino para a cidadania”*. Esta fala é especialmente significativa, uma vez que o professor relata que umas das principais aprendizagens que o curso da ECC possibilitou foi a necessidade e a importância de incluir aspectos relacionados à cidadania e ação no ensino de ciências.

Outro desafio que o professor menciona para a construção de práticas educativas voltadas à cidadania é a realização de atividades fora do ambiente escolar. A gestão de sua

escola é resistente a estas práticas, **I** acredita que por temer pela segurança dos(as) discentes. Contudo, quando necessário, professores(as) e estudantes realizaram uma manifestação pela paz no centro do município, que foi bem-sucedida, graças ao trabalho coletivo. “*Quando a gente se propõe, quando a escola se propõe, ela faz, né?*” É possível relacionar este dado com as informações apresentadas no quadro 3, já que uma das afirmativas na qual **I** menos apresentou habilidade, no questionário inicial foi: “14. *Em aulas experimentais, uso o espaço da cidade como um contexto educativo*”. Acreditamos que esta dificuldade seja de carácter fortemente ambiental, uma vez que o professor se mostra desejoso e disposto em envolver os(as) estudantes em trabalhos de campo.

A segunda afirmativa na qual o professor **I** apresentou a menor proficiência foi “16. *Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos*”, o que pode ser relacionado às dificuldades ambientais que as novas políticas curriculares oficiais têm criado no contexto profissional de **I**. Contudo, acreditamos que este desafio enfrentado pelo profissional não seja fundamentalmente ambiental, uma vez que agência docente sobre o currículo perpassa aspectos comportamentais e pessoais, como debateremos nos tópicos a seguir.

Professor J

Iremos abordar, agora, os aspectos ambientais que contextualizam o trabalho do professor **J**: atualmente o profissional leciona ciências e práticas experimentais para turmas do fundamental II, em uma escola integral da rede estadual de São Paulo. Sobre a estrutura da escola, o professor **J** relata que há um laboratório de ciências, mas não se aprofunda se faz uso do espaço ou não. Contudo, quando perguntado sobre as características pessoais que gostaria de aprimorar para promover o ensino de ciências mais crítico, o professor relata que limitações estruturais e de materialidade impactam negativamente o seu trabalho. A falta de tempo para planejamento e formação continuada também são desafios ambientais mencionados pelo professor.

Sobre as relações interpessoais, o profissional nos conta que os(as) colegas de trabalho são bastante abertos a projetos interdisciplinares e que a gestão escolar apoia mudanças na abordagem de ensino, nos métodos de avaliação e demais ações educacionais inovadoras e que poderiam ser associadas à ECC. Sobre os desafios enfrentados no contexto ambiental, o professor relata que a ausência de uma biblioteca mais estruturada dificulta a realização de atividades que estimulem maior autonomia discente na busca da informação; contudo, o professor **J** busca superar esta dificuldade por meio de ferramentas de pesquisa online:

“Seneca, eu utilizo também o Escola Kids do Uol, [...] eu utilizo bastante a internet quando a gente precisa fazer a pesquisa.” Por fim, a afirmativa do questionário inicial no qual o professor apresentou menor média foi: “4. Artigo os processos pelos quais ciência e tecnologia são produzidas e os impactos que elas têm na sociedade.” Considerando o contexto ambiental relatado por **J**, é possível que esta dificuldade possa estar associada à falta de tempo para planejar as aulas e às dificuldades estruturais da escola. Contudo, não acreditamos que esta dificuldade seja apenas **ambiental**: comportamentos e características pessoais podem também ser importantes, como debateremos no tópico a seguir.

Aspectos comportamentais

Perante as condições ambientais do trabalho, os(as) profissionais da educação agem de formas diversas, ou seja, apresentam comportamentos distintos. Para Jenkins (2019), aspectos comportamentais que afetam a agência docente podem ser percebidos por meio da autorregulação, escolhas, planos de ação, reflexões sobre o futuro e proatividade. Neste sentido, é importante compreender como os comportamentos dos professores **I** e **J** se desdobram em seus diferentes contextos de trabalho.

Professor I

Durante a entrevista, o professor **I** narrou que tem realizado atividades baseadas na resolução de problemas e em equipes e que, nos próximos meses, pretendia experimentar algumas metodologias ativas. Ele relata que não tem usado a FACTS, contudo, considera que a ferramenta bastante útil, especialmente por sua possibilidade de nortear o trabalho docente. O professor **I** relata que a realização do curso foi essencial para que ele notasse a importância de abordar aspectos associados à cidadania e ação - eixo C da ferramenta - na educação científica.

“Eu lembro que o terceiro eixo era muito importante assim, né? [...] e era falho na dissertação que analisei para a atividade final. Agora eu estou tentando ajustar isso, não é? Então, o nono ano hoje eu comecei uma atividade falando sobre 3 situações (contextos) em que exigia a extração de DNA de células, né? Então a ferramenta modificou o meu pensar, e pensar em melhorias para da sua dinâmica em sala de aula não é? Ainda não cheguei no resultado final que eu quero, não é? Mas eu acho que eu estou indo para o caminho certo.” (Professor I)

A fala e as informações narradas pelo professor revelam sobre o seu comportamento, uma vez que demonstra sua postura reflexiva e dedicada a seu trabalho: a busca por experimentar novas abordagens educativas, a relação dialógica com a ferramenta e a capacidade de reconhecer possibilidades de melhoria são marcantes. É possível problematizar se a construção de contextos proposta pelo professor de fato é uma aproximação do **eixo C da FACTS: Cidadania e ação**. Contudo, neste momento, nosso foco de análise é perceber o discurso docente sobre comportamentos em relação ao seu trabalho e formação. Neste sentido, destacamos que o profissional apresenta uma reflexão madura sobre os tempos na construção da agência docente: ser professor(a) é uma tarefa complexa e, realizar uma atuação profissional autoral demanda tempo, experimentação e parâmetros para refletir sobre o seu trabalho.

“Comecei a matutar mais sobre essas coisas (cidadania e ação no ensino de ciências), só que veja, não é algo que seja imediato. O nosso curso foi ano passado e só agora que está reverberando, porque justamente eu tive um tempo de deglutir, né? Dica que eu dou para os professores, tem que rever o conteúdo a partir da ferramenta, né? Não pode ficar só com o que você tem na cabeça, né? [...] Então eu estou com um livro de origem da diversidade, né, que é de um geneticista de população que é de 1980, né? Poxa vida, 40 anos, eu acho que eu preciso ver algo mais atual, né? Ele vai ser a base, mas eu vou ver alguma atualização. [...] E esse trabalho não dá para fazer na escola, né? Tem que fazer fora.” (Professor I)

Além da reflexão sobre o processo de amadurecimento profissional, **I** também reflete sobre aspectos ambientais e como eles refletem em seu comportamento: a sobrecarga de tarefas, que é algo corriqueiro no trabalho de um professor, acaba dificultando a reflexão durante a jornada na escola. Por esta razão, ele opta por trabalhar um pouco em casa, ou seja, cria um plano de ação e faz uma escolha comportamental. Não acreditamos que esta situação deva ser romantizada ou recomendada, contudo, retrata como o profissional se comporta para responder ao contexto. Outro aspecto ambiental narrado pelo professor relaciona-se com as mudanças ocasionadas por políticas curriculares oficiais, que na opinião de **I**, tem restringido à liberdade da agência curricular docente. O profissional acredita que alguns colegas preferem este contexto de trabalho, por considerarem menos trabalhoso; ele contudo, discorda e considera a restrição um ato de violência: *“A constituição ainda nos assiste em relação à*

Liberdade de Cátedra. Então eu vou continuar fazendo a minha aula, porque eu sei que eu estou fazendo o melhor que eu posso, né?” Novamente, observamos um comportamento associado à escolha em refletir e se autorregular, além de assumir a consciência política sobre sua profissão perante a estímulos presentes no contexto de trabalho.

Este comportamento não se limita, contudo, em um plano abstrato do discurso: o professor relata questionar conteúdos curriculares, como o ensino de tabelinha como um método reprodutivo para os(as) estudantes do oitavo ano. Este relato indica uma agência docente crítica. Na opinião de **I**, este tempo de aula deveria ser gasto abordando métodos contraceptivos mais eficazes e atuais. Outro aspecto comportamental que se destacou na entrevista com o professor **I** foi sobre como ele autorregula seu processo de formação continuada: além do curso sobre a ECC, que inclui a FACTS, o docente também relatou ter feito cursos sobre metodologia ativa, programação à lápis e competências emocionais no último ano. Ele relata que pretende usar estas informações para construir um currículo próprio de biologia e que a ferramenta auxiliará neste projeto, especialmente para abordar aspectos do terceiro eixo, no qual o profissional apresenta maior dificuldade. Esta fala pode ser relacionada à dificuldade com a afirmação “*Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos*”, marcada como nunca, no questionário inicial. A construção de uma nova forma de se organizar no currículo é um desafio, e a consciência disto e o direcionamento de quais cursos realizar em sua formação continuada parecem estar ligados a uma concepção humana e antropológica a respeito da educação que o professor **I** tem para si:

“A gente precisa que o estudante saia da escola [...] preparado para exercer a cidadania. Sim, é outro curso que eu fiz, foi sobre, é sobre competências socioemocionais, não é? Uma das competências é a organização, né? É eles se organizarem para eles conseguirem colaborar entre si, né? Em um ambiente que não tenha agressão, né? E que tenha cooperação. Então um ajuda o outro e tudo mais. Eu acho que o trabalho em times facilita justamente isso. E eu acho que isso vai mexer um pouco com o terceiro eixo (da FACTS).” (Professor **I**)

Para o profissional, a construção de saberes e atitudes que embasem uma atuação cidadã, colaborativa e pacífica na sociedade parece a concepção de educação científica que

motiva o seu comportamento, que é mobilizado considerando as condições do contexto, mas não necessariamente se rendendo a elas.

Professor J

O professor **J** relatou que o principal impacto que a FACTS apresentou em sua formação foi a valorização do letramento científico, que, pelo profissional é entendido como a compreensão do processo de construção da ciência, de seu rigor e como um saber que deve ser democratizado. *“O letramento científico não é somente para os cientistas, né? Mas também pra toda a sociedade, para que se entenda como uma vacina, por exemplo, pode beneficiar a a saúde das pessoas, né?”* O professor **J** também ressaltou como o espaço de discussão conjunta, com os pares e com os(as) mediadores(as) convidados(as) para o curso foram uma contribuição importante para seu aprendizado. Contudo, este aprendizado não se concretizou no uso da ferramenta: **J** relatou que a falta de tempo e o fato de não trabalhar com turmas do ensino médio impossibilitaram a utilização da FACTS na construção de atividades intencionalmente alinhadas à ECC.

Sobre a sua prática docente, o professor relata que gosta de diversificar a metodologia de ensino - por meio do uso de vídeos e textos, por exemplo - de modo que a aula não seja monótona. O professor **J** menciona que gosta de debater aspectos associados ao desenvolvimento do saber científico e promover o ensino de ciências por meio da investigação, que é o tema de sua pesquisa no mestrado: *“Eu tenho adotado um ensino investigativo: começa com um problema, né? Eu não dou a resposta, mas eu dou subsídios pra que eles encontrem a resposta. E daí ao final a gente faz uma explanação geral de como se foi a resposta.”* O professor relata escolher esta abordagem por considerar que é a que mais funciona para si, para os estudantes e para a dinâmica de trabalho. Podemos observar, assim, que **J** apresenta autoridade em seu trabalho, uma vez que é capaz de escolher formas que possibilitam que o processo de ensino e aprendizagem se desenvolva de uma maneira fluida e própria para o seu contexto. Contudo, notamos uma tendência pouco acentuada de aproximação com a ECC. Considerando os aspectos comportamentais, o pouco alinhamento à Educação Científica Crítica por meio do uso da FACTS parece ser uma escolha do profissional, o que impacta seus planos de ação e reflexões sobre o futuro.

Sobre as dificuldades que o contexto oferece para o seu trabalho, o professor **J** relata que lida com elas por meio do uso de ferramentas virtuais e de métodos de exploração ao redor da escola. O profissional, contudo, menciona que apesar de ter gostado do curso, acabou não sendo uma experiência tão marcante: *“Eu não sei responder se o curso me ajudou porque*

faz um tempinho, né, que a gente fez há quase um ano”. O professor **J**, contudo, esclarece que o curso ajudou a reforçar a importância de um ensino de ciências mais crítico, algo que o profissional já considerava relevante. É possível que o professor não tenha passado por processo de autorreflexão tão intenso ao longo da realização do curso ou que ele não se identificou com a proposta da ECC para o ensino de ciências, o que reflete na mobilização de poucos comportamentos novos após a formação. Além disso, notamos que o profissional apresenta uma concepção humana e antropológica para o ensino de ciências que é mais voltada ao saber: por exemplo, saber para o que serve uma vacina. Contudo, em tal concepção não conseguimos mensurar o quanto ela se aproxima da cidadania, ou seja, do interesse pela construção de uma sociedade mais fraterna e com menos desafios socioambientais, como os atuais. Neste sentido, acreditamos que a agência do professor **J** parece distanciada da ECC, de modo que não nos seja claro como ela foi afetada na formação ou o porquê da afirmação “4. *Articulo os processos pelos quais ciência e tecnologia são produzidas e os impactos que elas têm na sociedade*” ser especialmente desafiadora ou pouco relevante para ele no questionário inicial.

Aspectos pessoais

Professor I

De acordo com Jenkins (2019), as principais características pessoais capazes de alterar a agência docente são: o autoexame que leva à autorreflexão, à organização, à capacidade de perceber mudanças possíveis e à capacidade para desenvolver planos de ação e estratégias, o que pode demandar criatividade, disciplina e resiliência. A análise da entrevista do professor **I** revela algumas destas características que o profissional apresenta.

A primeira dela é a autorreflexão: **I** é capaz de indicar aspectos nos quais precisa melhorar. Um deles é a habilidade de trabalhar em grupo com outros(as) educadores(as) de sua escola. Por exemplo, ele relata que gostaria de socializar o uso da FACTS com seus colegas de área, mas a falta de costume e tempo associadas a uma impressão de que os(as) outros professores(as) não buscam aprender coisas novas desmotivam o professor **I**. “*Mas estou tentado.*” Além disso, o professor foi capaz de identificar qual aspecto da ECC e da FACTS que era o mais desafiador para ele: o eixo voltado para a Cidadania e Ação. Além de saber identificar suas dificuldades, **I** consegue se organizar e construir planos de ação e estratégias para superá-las, seja por meio de cursos, do estudo fora do ambiente da escola, do questionamento das políticas curriculares oficiais e pela busca de uma prática profissional

autoral. Tais características refletem em práticas educativas que de fato expressam aspectos pessoais do professor e permitem aprendizados e reflexões próprios.

Outra característica que parece importante, mas não é explicitamente mencionada por Jenkins (2019) é uma relação de prazer com o trabalho. Observamos em diversas falas do professor **I** que ele gosta de seu trabalho: “*No primeiro bimestre agora eu fiz uma eletiva de divulgação científica, processos na escola de tempo integral, que eu adoro!*” Ele também expressa apreciar o processo de tutoria, no qual ele acompanha um grupo de estudantes ao longo do ano letivo, não apenas no aspecto acadêmico, mas na busca de estabelecer uma relação afetiva, o que se alinha a uma perspectiva complexa da educação: “*abarca a completude do ser humano, entendeu?*” Esta relação de prazer também parece ser observada quando o professor **I** tem acesso a novos conhecimentos e ferramentas, como a FACTS:

“Quando vocês apresentaram a ferramenta eu falei: quanta coisa dá para fazer! Eu sou uma pessoa empolgada. Então quando você me dá o alguma coisa nova, eu começo a pensar em mexer nela justamente para ver o que eu consigo fazer com ela.” (Professor I)

É possível considerar que esta relação esteja associada com outra característica do professor **I**: a dedicação. O professor relata que não se importa em trabalhar um pouco mais em casa; contudo entende que esta não é a realidade de todos(as) os(as) professores(as). “*É meu trabalho, mas é uma coisa que me dá prazer também. Então eu não levo por mal estudar em casa, né?*” Tal tendência se torna ainda mais clara quando analisamos a citação a seguir, quando é possível observar resiliência, senso crítico e, novamente, autoexame por parte do profissional:

“Quando eu pego alguma coisa para fazer, eu me comprometo mesmo. [...] Eu não gosto de fazer as coisas pela metade, né? Além disso, eu sou uma pessoa inquieta: quando eu saio da aula, [...] espera aí, será que se eu fizesse de outro jeito, não melhoraria? Mas sempre pode melhorar. Eu acho que é a característica que me leva [...] buscar por melhorar. (Professor I)

As características pessoais associadas a uma atuação profissional autoral possibilitam que **I** não apenas exerça a autoexame, mas também avalie criticamente aspectos ambientais, como as mudanças no currículo oficial com as quais não concorda, como esclarecemos no tópico anterior. Contudo, uma característica que se destaca no professor **I** é como ele lida com

tais adversidades; apesar de reconhecê-las, elas não são usadas como um subterfúgio para evitar reflexões e mudanças em sua prática profissional. **I** parece ser capaz de entender as possibilidades e limitações que sua atuação docente apresenta, considerando o contexto. Atribuímos nome desta característica de lucidez sobre a responsabilidade profissional: capacidade de compreender as possibilidades e as limitações de seu contexto de trabalho e, partir delas, mobilizar comportamentos para a construção de uma educação científica crítica possível. Consideramos que ela seja central para um(a) educador(a) que se proponha a alinhar-se à ECC e, em um contexto mais amplo, às demais abordagens educacionais que se propõe a contribuir para formação cidadã dos(as) estudantes.

Sabe-se que esta característica não é tão facilmente desenvolvida. Alguns autores, como Delizoicov *et al.* (2002) já apontaram que, para o(a) professor(a) que construa uma relação complexa com o saber, com a escola e com os estudantes, alguns aspectos ambientais são importantes: realização pessoal, a valorização profissional, possibilidade de formação continuada constante, uma boa relação com a escola e com os(as) estudantes. Caso estas condições não ocorram, é possível que o profissional desenvolva uma relação pessoal com o conteúdo, e não dialógica com os estudantes. O professor **I**, contudo, mostrou-se capaz de desenvolver lucidez sobre a responsabilidade profissional, mesmo em um contexto não-ideal, o que é um dado que pode ser melhor explorado, em estudos futuros.

Professor J

Dentre as características pessoais mencionadas por Jenkins (2019), o professor **J** apresentou capacidade para desenvolver planos de ação e estratégias: “*Eu gosto bastante de diversificar a minha metodologia. Então, no momento a gente tá lendo, outro a gente tá vendo vídeo, [...] eu diversifico bastante e eles gostam. Eu percebo que eles não veem aula de ciências como algo monótono.*” A inquietação e a relação de prazer com o trabalho surgem como características que possibilitam um ensino de ciências mais autoral e criativo. O professor **J** relata que uma abordagem investigativa da educação científica é o tema de sua pesquisa de mestrado, o que reforça como um interesse genuíno do profissional sobre a temática e importante para que ela se faça presente em sua atuação.

Contudo, quando perguntado a respeito das características pessoais que gostaria de aprimorar para propor um ensino científico ainda mais crítico, o professor menciona os desafios estruturais que o contexto escolar oferece, como mostra a citação a seguir.

“Acho que a estrutura das escolas não ajuda muito o professor de ciências: elas tem sala de aula, pátio, biblioteca e acabou. Tem laboratório de ciências? A maioria não tem um microscópio decente, né? Eu acho que também falta muito a capacitação dos professores de ciências para se utilizar o microscópio, se utilizar uma lâmina, né? E outra: tempo pra montar tudo isso! A gente dá muita aula e tem pouco tempo pra gente estudar e montar as aulas pra que se tornem mais investigativas, mais críticas e tudo mais.”
(Professor J)

A resposta do profissional pode indicar reduzida autorreflexão. Explicamos: é impossível desconsiderar as dificuldades que o contexto escolar oferece ao trabalho docente; contudo, é possível refletir sobre as possibilidades de desenvolvimento de um trabalho autoral, mesmo em neste contexto. Atribuímos esta capacidade à lucidez sobre a responsabilidade profissional, que se mostrou uma característica relevante para a construção de um ensino de ciência mais crítico.

Dessa forma, finalizamos a análise das agências apresentadas nos discursos dos professores entrevistados e como ela se distancia ou aproxima da ECC. Considerando aspectos ambientais, comportamentais e pessoais, bem como a classificação proposta por Jenkins (2019), concluímos que o professor I apresenta uma agência mais próxima da ECC em comparação à do professor J, uma vez que o primeiro apresentou maior interesse/aproximação e reflexão sobre aspectos da ECC. Além das características que Jenkins atribui à agência mais reflexiva e transformadora, pensamos que comportamentos apresentados por I, como a lucidez sobre a responsabilidade profissional, a autorreflexão e a construção de uma concepção humana e antropológica para o ensino de ciências são importantes para uma agência proativa. Já as características pessoais favoráveis para um trabalho orientado a esta agência e à ECC são a dedicação, o senso crítico (inclusive sobre si) e a relação de prazer com o trabalho. Tais resultados indicam uma aproximação com a reflexão que Bernard Charlot (1996) propõe para uma educação reflexiva no contexto contemporâneo: a associação entre a construção de sentido (para o(a) estudante), de prazer e de atividade intelectual. Comumente associada à experiência discente, em nossos resultados a relação com o prazer ressurge na figura de professores-aprendizes, que escolhem reconstruir suas práticas.

Tal reflexão pode nos ajudar a pensar nas possibilidades da formação docente, como mostramos na figura 4 a seguir. Considerando a complexidade e a amplitude dos desafios

associados ao ambiente escolar, é menos provável que um curso de formação continuada possa auxiliar prontamente em tais dificuldades: disponibilizar mais recursos, promover uma relação mais colaborativa com os(as) colegas ou possibilitar maior tempo de planejamento etc. Contudo, aspectos comportamentais e pessoais podem ser mais facilmente debatidos, refletidos, modificados. Podem até mesmo, no futuro, auxiliar na construção de um ambiente escolar mais favorável para a Educação Científica Crítica. Neste sentido, acreditamos que um debate mais amplo sobre como fomentar mudanças em aspectos pessoais e comportamentais dos(as)

professores(as)
temática de
relevante para
futuros.

pode ser uma
estudo
estudos

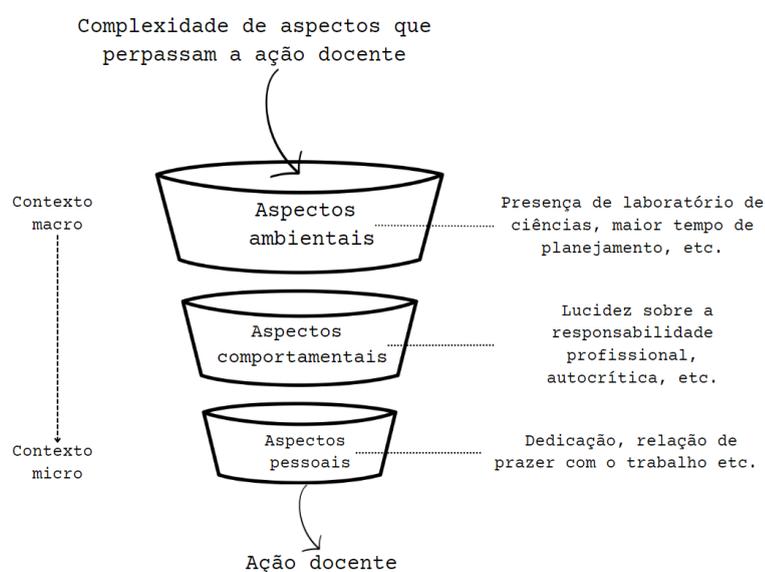


Figura 4 - Os diversos aspectos que permeiam a construção da ação docente, considerando os contextos mais ou menos amplos. Fonte: Elaborado pela autora.

Tal argumento se torna mais relevante quando observamos as afirmações nas quais os professores I e J apresentaram maior dificuldade no questionário inicial.

“4. Articulo os processos pelos quais ciência e tecnologia são produzidas e os impactos que elas têm na sociedade.”

“14. Em aulas experimentais, uso o espaço da cidade como um contexto educativo”

“16. Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos.”

As dificuldades associadas a estas ações docentes podem ser minimizadas, em sua maioria, com capacitação docente, mas não apenas relacionada a conteúdos ou abordagens: mas também em relação ao comportamento e às características pessoais, como uma

construção de concepção educacional própria que embase uma atuação profissional mais autoral. Para tal, é necessária uma formação docente que abranja tais aspectos e valorize aspectos atitudinais. Algumas propostas, como a de Charlot (1996), que associa prazer, sentido e atividade intelectual na formação de professores(as), podem representar novas possibilidades para concretização de uma educação científica mais crítica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão de pesquisa que norteou a nossa pesquisa foi: “*De que maneira um curso baseado na ferramenta FACTS pode contribuir para a construção de discursos docentes orientados à ECC?*” Na busca por respondê-la, criamos alguns objetivos e, por meio deles, construímos nossa pesquisa. O primeiro deles foi I) Caracterizar a aproximação espontânea que os(as) profissionais apresentam em relação à FACTS no começo do curso. Por meio do questionário que explorou a aproximação inicial dos(as) professores(as) com a ferramenta, podemos concluir os(as) professores encontram-se entre os níveis aprendiz e avançado da FACTS, o que corresponde a média de 3,5 em uma escala de 1 a 5.

Por meio da análise dos critérios associados a cada um dos eixos da ferramenta, foi possível mapear as principais dificuldades docentes em relação à FACTS: desenvolver competências metacognitivas; usar o espaço da cidade como um contexto educativo; organizar os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos (**Eixo A**); discutir sobre as relações de dependência e independência entre o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico; articular os impactos tecnocientíficos com a imagem/representação da ciência e da tecnologia na sociedade. (**Eixo B**); Como parte da atuação consciente na sociedade, estímulo a participação cidadã dos estudantes em temas e agendas de pesquisa (**Eixo C**). Ao analisar estes dados com o auxílio da taxonomia de Bloom Bidimensional (Ferraz, Belhot, 2010), concluímos que os professores(as) apresentam maior dificuldade na dimensão metacognitiva do conhecimento, que abrange maior criticidade, autonomia sobre o próprio aprendizado e interdisciplinaridade.

Esta tendência também é observada ao analisarmos as gravações da formação continuada, na qual realizamos a ATD de modo a responder o segundo objetivo específico de nosso estudo: II) Verificar os impactos do curso baseado na ferramenta FACTS no discurso docente durante e após a formação continuada. As interações entre os(as) professores(as) e as mediadoras foram dialógicas, e majoritariamente do tipo aproximação escola-academia. Este demonstra que o grupo estava aberto ao diálogo e que as mediadoras apresentaram uma postura complexa e aberta às demandas dos(as) participantes. Uma tendência que se repetiu ao longo dos debates foi a dificuldade dos(as) professores com aspectos associados à dimensão metacognitiva da taxonomia de Bloom: a interdisciplinaridade, por exemplo, representou um desafio para os profissionais. Seja para debater aspectos conceituais da tecnologia, para dialogar com tendências em voga na sociedade ou mesmo articular parcerias com a comunidade escolar, de modo que o(a) professor(a) não tenha tanto controle sobre o processo de ensino e aprendizagem são desafios para os(as) profissionais.

Outra dificuldade associada à dimensão metacognitiva da Taxonomia de Bloom (Ferraz, Belhot, 2010) foi a transposição de aspectos mais abstratos - como os relacionados à conceitos e atitudes - para aspectos mais concretos, como associados à metodologia e vice-versa. Isto é especialmente notável pelo protagonismo que critérios associados à metodologia - relacionados ao eixo A da FACTS - apresentaram em todos os blocos do curso. O eixo B, de carácter conceitual e o eixo C, atitudinal foram debatidos de forma menos profunda, revelando a importância de as formações docentes abordá-los de forma mais efetiva. Em especial, a associação entre tecnociência e a cidadania, como por exemplo,

discutir que a agenda de pesquisa das universidades podem ser tópicos de disputa e debate social, parece ser especialmente desafiadora para os(as) educadores(as).

É importante considerar, também, os desafios que advêm de condições de trabalho na escola: a pressão por resultados nas avaliações externas, as dificuldades e desinteresse discentes e os aspectos curriculares que restringem a liberdade docente. Este último se destacou dentre os demais, sendo o principal foco de questionamento dos(as) profissionais(as) a respeito da viabilidade de concretizar a ECC nas escolas em todos os blocos o curso. Seja no âmbito da formação de professores(as) e pesquisadores(as) na educação, no ensino fundamental I, na realização de mudanças na educação básica, na sobrecarga docente ou na reflexão sobre aspectos mais atitudinais da FACTS: o currículo surgia com um obstáculo a uma atividade profissional mais autêntica e questionadora. Por sua relevância, esta temática revelou um aspecto mais profundo da profissionalidade docente: até que ponto o currículo oficial realmente restringe uma atividade profissional mais autoral e até que ponto há uma insegurança do(a) professor(a) em romper com ensino mais tradicional. Esta é uma problemática que se relaciona diretamente com os próprios aspectos atitudinais da ECC e da FACTS e que pode ser mais explorada em próximos estudos.

Ainda no intuito de responder ao segundo objetivo específico de nosso estudo, II) verificar os impactos do curso baseado na ferramenta FACTS no discurso docente durante e após a formação continuada, analisamos as entrevistas realizadas com os professores **I** e **J** cerca de 9 meses após a conclusão da formação. Os resultados revelaram a importância da formação para a compreensão mais profunda da ECC e da FACTS. Além disso, por meio do modelo TRFAC proposto Jenkins (2019), empregamos a agência docente como ferramenta para investigar o distanciamento ou a aproximação do discurso docente em relação à ECC. Para tanto, identificamos aspectos ambientais, comportamentais e pessoais que impactam na agência docente perante proposta da ECC. Mesmo com as complexidades ambientais - que não devem ser menosprezadas ou romantizadas - notamos que aspectos comportamentais e pessoais podem afetar significativamente a agência docente. Comportamentos como escolher alinhar-se à ECC - por afinidade/interesse -, a relação dialógica com a FACTS, a capacidade de reconhecer possibilidades de melhoria e construir planos de ação, a escolha em refletir e se autorregular (inclusive a em relação à formação continuada), a lucidez sobre a responsabilidade profissional e a busca por uma concepção humana e antropológica para embasar o exercício profissional são comportamentos que favorecem a concretização da ECC.

Já as características pessoais alinhadas à ECC são autorreflexão, dedicação, a relação de prazer com o trabalho e afinidade com a proposta da ECC. A relação de prazer com o

trabalho e a criação de uma concepção humana e antropológica própria para o ensino de ciências se alinham às discussões que Bernard Charlot (1996) propõe para a educação: a associação entre a construção de sentido, de prazer e de atividade intelectual para um aprendizado mais profundo. Comumente associada à experiência discente, acreditamos que esta relação seja importante, também, na formação inicial e continuada dos(a) educadores(as), que são eternos(as) professores(as)-aprendizes. Acreditamos que esta abordagem pode ajudar no desenvolvimento de aspectos atitudinais dos(as) professores(as), especialmente na característica que chamamos de lucidez sobre a responsabilidade profissional, que é capacidade de compreender as possibilidades e as limitações de seu contexto de trabalho e, partir delas, mobilizar comportamentos para a construção de uma educação científica crítica possível. É inegável os desafios que os(as) professores(as) enfrentam, contudo, render-se a eles é pouco frutífero em mudanças. Já atuação profissional autoral, mesmo dentro das possibilidades, pode fomentar a cidadania e, futuramente, ajudar a promover mudanças mais estruturais na sociedade e nos sistemas de ensino.

Considerando as possibilidades que permeiam o desenvolvimento de aspectos atitudinais em professores e professoras - seja por meio de ações educativas, seja por meio da relação construída com a própria profissionalidade - acreditamos que este seja um tópico relevante para futuros que envolvam a formação de professores(as) ou a concretização da ECC e do uso da FACTS. Acreditamos que esta recomendação se relaciona e se estende à dimensão metacognitiva da Taxonomia de Bloom Bidimensional (Ferraz, Belhot, 2010), que envolve a interdisciplinaridade, a habilidade de transitar entre o concreto e abstrato, a autonomia e a capacidade de perceber suas próprias demandas formativas. O aprendizado desta dimensão, contudo, depende de uma abertura atitudinal docente para autorreflexão, destacando novamente a importância dos aspectos atitudinais.

Dessa forma, finalizamos nossa conclusão e esperamos ter respondido, dentro das possibilidades, a questão de pesquisa que motivou o nosso trabalho. Também esperamos ter nos alinhado com o nosso interesse de pesquisa, que é colaborar para a formação de gerações humanas mais críticas, livres e autênticas na construção de suas próprias histórias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, p.47-59, 1994.
- AIKENHEAD, G. S. Humanistic Perspectives in the Science Curriculum. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (Org.). **The Handbook of Research on Science Education**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.
- AIKENHEAD, G. Humanistic school science: Research, policy, politics and classrooms. **Science Education**, v. 1, n. 24, p. 1-24, 2022.
- ALVES, A. J. A revisão da bibliografia em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis. **Cadernos de Pesquisa**, n.81, p.53-60, 1992.
- ALKAHTANI, A. Curriculum change management and workload. **Improving Schools**, v. 20, n. 3, p. 1–13, 2017.
- ANAGÜN, Şengul S.; ÖZDEN, Muhammet. Teacher candidates' perceptions regarding socio-scientific issues and their competencies in using socio-scientific issues in science and technology instruction. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 9, p. 981-985, 2010.
- ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: buscando rigor e qualidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 113, p. 51-64, 2001.
- ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 40, p. 95-103, 2013.
- ANDRÉ, M. Formar o professor pesquisador para um novo desenvolvimento profissional. ANDRÉ, A. (Org.). **Práticas inovadoras na formação de professores**. São Paulo: Papyrus, p. 17-34, 2016.
- ARAÚJO, M. T; SANTOS, T. W; SÁ, R. A; VOSGERAU, D. S. R. Revisão sistemática da literatura: estudos sobre o pensamento complexo na educação. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p.47247-47259, 2020.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, p. 1-13, 2001.
- AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, 2007.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, v. 21, n. 45, p. 275–296, 2015.
- 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.

- BATISTA, B. N.; CASTROGIOVANNI, A. C. A religação dos saberes e a ação estratégica: o pensamento complexo na prática docente. **Competência**, v.9, n.1, p. 11-28, 2016.
- BAUER, M. W; GASKELL, G.; ALLUM, N. C. Qualidade, quantidade e interesses do conhecimento - evitando confusões. In: BAUER, M. W; GASKELL. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: Um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 3. reimpressão, 2018.
- BAUMAN, Z. [S. l.: s. n.], 2015. 1 vídeo (2 min.). Publicado pelo Fronteiras do Pensamento Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aCdUuQycl6Q>>. Acesso em: 13 abr. 2023.
- BAZZO, W. A. Quase três décadas de CTS no Brasil! Sobre avanços, desconfortos e provocações. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 2, p. 260-278, 2018.
- BECK, U. **Sociedade do risco: rumo a uma outra modernidade**. 2 ed. São Paulo: 34, 2011. 120 p.
- BEMBEM, A. H. C.; SANTOS, P. L. V. A.C. Inteligência coletiva: um olhar sobre a produção de Pierre Lévy. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 18, n. 4, p.139-151, 2013.
- BENNETT, J.; LUBBEN, F.; HOGARTH, S. Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. **Science education**, v. 91, n. 3, p. 347-370, 2007.
- BIDEN, I. M. C.; BAZZO, W. A. O pensamento complexo na educação científica e tecnológica. **Mandacaru: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n.1, p. 92-110, 2022.
- BILGIN, A. & BALBAG, M.Z. Personal professional development efforts of science and technology teachers in their fields. **Journal of Education in Science, Environment and Health**, v. 4, n. 1, p. 19-31, 2018.
- BITTENCOURT e SILVA, I. O pensamento complexo e a educação. **Ponto-e-vírgula**, v.11, p. 38-53, 2012.
- BRITO, L. P; SOUSA, R. G. 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.
- BRITTO, D. M. C; MELLO, I. C. *Fake news* como estratégia para o ensino de ciências: avaliação de uma sequência didática. **Vitruvian Cogitationes**, v. 3, n. 2, p. 32-52, 2022.
- BONI, V., QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Em Tese**, v. 2, n. 1, p. 68-80, 2005.
- BONIL, J.; ORELLANA, L.; CALAFELL, G.; ESPINET, M.; PUJOL, R. M. El diálogo disciplinar, un camino necesario para avanzar hacia la complejidad. **Revista Investigación en la Escuela**, n. 53, p. 83-97, 2004.

BRASIL. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm> Acesso em: 02 jun. 2020.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, **Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm> Acesso em: 02 jan. 2023

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018. Disponível: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc-etapa-ensino-medio>> Acesso em: 02 jun. 2020.

BURT, M. B.; BOESDORFER, S. B. The Implementation of Reform-Based Standards in High School Chemistry Classrooms Influenced by Science Teaching Orientations. **Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education**, v. 25, n. 1, p. 72-93, 2021.

CALADO, L.R.; SALLES, J.A.A. Redesigning education for the future. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 174, p. 2956-2961, 2015.

ÇAM, A. Examination of training on pre-service science teachers' views on socio-scientific issues and nature of science. **Journal of Educational Research and Practice**, v. 13, n. 1, p. 164-180, 2023.

CEREZO, J. A. L. Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 20, p. 217-225, 1999.

CEREZO, J. A. L. **Ciencia, tecnología y sociedad: Módulo 6**. Assunção: CONACYT, 2017. Disponível em: <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u38/CTS-JA.Lopez-Cerezo-modulo-6.pdf> Acesso em: 3 fev. 2021.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Percepção Pública da C&T no Brasil**. Disponível em: <<https://www.cgee.org.br/web/percepcao>> Acesso em: 04 jan. 2024

CHARLOT, B. Relação com o saber e com a escola entre estudantes de periferia. **Cadernos de Pesquisa**, n. 97, p. 47-63, 1996.

CHARLOT, B. A pesquisa educacional entre conhecimentos, políticas e práticas: especificidades e desafios de uma área de saber. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 31, p. 7-18, 2006.

CHARLOT, B. A questão antropológica na Educação quando o tempo da barbárie está de volta. **Educar em Revista**, v. 35, n. 73, p. 161-180, 2019.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

ÇINAR, Sinan; ÇEPNI, Salih. The Impact of Science Teaching Based on Science-Technology-Society (STS) Approach to Elementary School Students. **Educational Policy Analysis and Strategic Research**, v. 16, n. 4, p. 198-217, 2021.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto** / John W. Creswell; tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed. - Porto Alegre: Artmed, 2007.

CUPANI, A. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Cientiae Studia**, v. 2, n. 4, p. 493-518, 2004.

DAGNINO, R. Ciência e tecnologia para a cidadania ou Adequação Sócio-Técnica com o povo? **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 5, n. 8, 2009.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A. e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Ed Cortez, 2002.

FACTS - FERRAMENTA AVALIATIVA CTS. Educação Científica Crítica e reflexiva: contribuições e desafios no processo de construção de uma ferramenta avaliativa. **FACTS – Educação Científica Crítica**, c2021. Página Inicial. Disponível em:<<http://www.facts.ufscar.br>>. Acesso em: 14 de dez. 2022.

FABRÍCIO, T. M., FREITAS, D. Educação científica e o enfoque CTS: percepção de um grupo de professores de ciências em formação inicial. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 36-53, 2020.

FARIAS, C. R. O.; FREITAS, D. Educação Ambiental e Relações CTS: uma Perspectiva Integradora. **Ciência & Ensino**, n.1, p. 1-13, 2007.

FERRAZ, A. P. C. M.; BELHOT, R. V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FREITAS, D.; PIERSON, A. H. C.; CORREA, J. C.; BERNARDO, T. H. P.; MARQUES, J. B. V. Educação científica crítica: as contribuições de especialistas da área. **Indagatio Didactica**, v. 11, n. 2, p. 751-769, 2019.

FREITAS, D.; SANTOS, M., PIERSON, A. H. C.; CALAFELL, G. G. . FACTS: uma ferramenta CTS para avaliação de processos e produtos na educação científica. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS**, v. 17, n. 51, p. 179-202, 2022.

GABRIEL, M. L. Métodos Quantitativos em Ciências Sociais: Sugestões para Elaboração do Relatório de Pesquisa. **Desenvolvimento Em Questão**, v. 12, n. 28, p. 348–369, 2014.

GARCIA, B; OLIVEIRA, A; LORENZETTI, L; ZANLORENZI, M. A. As pesquisas sobre Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade/Ambiente e alfabetização científica e tecnológica socializadas no ENPEC (2011-2017). **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 16, n. 37, p. 151-163, 2020.

GALVÃO, C.; PONTE, J. P. **Reflexão Final**. In: GALVÃO, C., PONTE, J. P., JONIS, M., FARIA, C., CHAGAS, I., KULLBERG, C., HENRIQUES, A. (Org.). Práticas de formação

inicial de professores: Participantes e dinâmicas. Lisboa: Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, 2018.

GATTI, B. A. Pesquisar em educação: considerações sobre alguns pontos-chave. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n.19, p.25-35, 2006.

GATTI, B. A. A construção metodológica da pesquisa em educação: desafios. **Revista Brasileira de Política e Administração da Educação**, v. 28, n. 1, p. 13-34, 2012.

GIRALDI, P. M.; GALVÃO, C. Educação científica e tecnológica e literatura: uma leitura de A Caverna de José Saramago. **Perspectiva**, v. 39, n. 2, p. 1-20, 2021.

GÓMEZ, J.; LATORRE A.; SÁNCHEZ, M.; FLECHA, R. **Metodología Comunicativa Crítica**. Barcelona: El Roure, 2006.

GORZONI, S. P.; DAVIS, C. O conceito de profissionalidade docente nos estudos mais recentes. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n.166, p. 1397-1413, 2017.

HALLAL, P. C. SOS Brasil: ciência sob ataque. **The Lancet**, v. 397, n. 10272, p. 373-374, 2021.

HUBERMAN, M. **O ciclo de vida profissional dos professores**. In: NÓVOA, A. (Org.). *Vidas de professores*. 2. ed. Porto: Porto, 2000.

INVERNIZZI, N.; FRAGA, L. Estado da arte na educação em ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no Brasil. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-3, 2007.

JENKINS, G. Teacher Agency: The Effects of Active and Passive Responses to Curriculum Change. **Australian Educational Researcher**, v. 47, n.1, p. 1-15, 2019

KUHN, Thomas W. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. Ed. São Paulo: Perspectivas, 1998.

KURTZ, C. F.; SNOWDEN, D. J. The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world. **IBM systems journal**, v. 42, n. 3, p. 462-483, 2003.

LIMA, K. E. C; VASCONCELOS, S. D. Análise da metodologia de ensino de ciências nas escolas da rede municipal de Recife. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. v.14, n.52, p.397-412, 2006.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LATOUR, B. **Onde aterrar? Como se orientar politicamente no antropoceno**. 1 ed. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2020.

LOPES, A C. Teorias pós-críticas, política e currículo. **Educação, Sociedade & Culturas**, n. 39, p. 7-23, 2013.

LUZ, R.; QUEIROZ, M. B. A; PRUDÊNCIO, C. A. V. CTS ou CTSA: O Que (Não) Dizem as Pesquisas sobre Educação Ambiental e Meio Ambiente? **Alexandria**, v. 12, n. 1 p. 31-54, 2019.

MACEDO, S. M. Quantos pontos são necessários? um estudo comparativo de escalas Likert, do tipo Likert e Semântica. **Horizontes Interdisciplinares da Gestão**, v. 4, n. 2, p. 104-119, 2020.

MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O; PIETROCOLA, M. Atuação de professores formados em licenciatura plena em Ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.1, p.175-198, 2011.

MATURANA, H.; VARELA, F. **A árvore do conhecimento**. Campinas: Psy, 1995.

MELO, K. A. Pensamento complexo: uma nova e desafiadora forma de pensar a educação a partir das ideias de Edgar Morin. **Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino**, v. 4, 2011.

MELO, M. J. C; ALMEIDA, L. A. A; LEITE, C. Currículos de formação de professores: o poder de agência em questão. **Educação e Pesquisa**, v.48, p. 1-20, 2022.

MENDONÇA, S; OLIVEIRA, R.P; LEANDRO, K. C. Limites da pesquisa educacional: abstracionismo pedagógico e fragilidades do campo. **Revista de Estudos Teóricos y Epistemológicos en Política Educativa**, v. 4, p. 1-15, 2019.

MICHAELIS. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. **Significado da palavra Cibernética**. Disponível em: <<https://michaelis.uol.com.br/busca?id=LmkD>> Acesso em: 26 nov. 2021.

MIRANDA, E M. Análise das principais tendências da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade (CTS) em teses e dissertações brasileiras das áreas de educação e ensino de ciências. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 2214-2218, 2013.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação: Bauru, SP**, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.

MORAES, M. C. Da ontologia e epistemologia complexa à metodologia transdisciplinar. **NUPEAT–IESA–UFG**, v.5, n.1, p. 1-19, 2015.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento** / Edgar Morin; tradução Eloá Jacobina. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5 ed. Porto Alegre: Sulina, 2015. 120 p.

MORIN, E. **É hora de mudarmos de via: as lições do coronavírus**. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2021.

MÜNCHEN, S.; ADAIME, M. B. Abordagem CTS na formação inicial de professores de Química: uma análise de sequências didáticas. **Debates em Ensino de Química**, v. 7, n. 1, p. 134-150, 2021.

OLIVEIRA, E. S.; FREITAS, D. A educação CTS nos anos iniciais: um olhar dos professores sobre o livro didático. In: **Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias (IX)**. Sevilla, Enseñanza de las Ciencias, p. 1097-1101, 2017.

OLIVEIRA, D. Políticas Itinerantes de Educação e a Reestruturação da Profissão Docente: o papel das cúpulas da OCDE e sua recepção no contexto brasileiro. **Currículo sem Fronteiras**, v. 20, n. 1, 2020.

OXFORD, Learner's Dictionaries. **Society**. Disponível em: <<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/society?q=society>> Acesso em: 13 abr. 2023.

OXFORD, Learner's Dictionaries. **System**. Disponível em: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/system>> Acesso em: 04 jan. 2024.

OZELAME, D. M. Pensamento complexo, educação e aprendizagem. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 170, p 80-86, 2015.

PALACIOS, E. M. G; GALBARTE, J. C. G.; CEREZO, J. L.; LUJÁN, J. L.; GORDILHOS, M. M., OSÓRIO, C.; VALDÉS, C. **Introdução aos estudos CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade**. Madrid: Organização dos estados Ibero-Americanos para a educação, a ciência e a CULTURA (OEI), 2003.

PELLEGRINO, J. W.; HILTON, M. **Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st Century**. Washington, DC: National Academic Press, 2012.

PIETROCOLA, M.; SOUZA, C. R. de. A sociedade de risco e a noção de cidadania: desafios para a educação científica e tecnológica. **Linhas Críticas**, v. 25, 2019.

PIETROCOLA, M.; RODRIGUES, E.; BERCOT, F.; SCHNORR, S. Risk Society and Science Education: Lessons from the Covid-19 Pandemic. **Science & Education**, v. 30, p. 209-233, 2021.

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.

PRATES, W. O. **Estatísticas Para As Ciências Sociais Aplicadas I**. Salvador: UFBA, Faculdade de Ciências Cintábeis, Superintendência de Educação à Distância, 2017, 156p.

PROCTOR, R. N.; SCHIEBINGER, L. **Agnotology: The Making and Unmaking of Ignorance**. California: Stanford University Press Stanford, 2008.

ROSO, C. C.; AULER, D. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. **Ciência & educação**, v. 22 n. 2, p. 371-389, 2016.

- ROSSI, F., HUNGER, D. As etapas da carreira docente e o processo de formação continuada de professores de Educação Física. **Revista brasileira de Educação Física e Esporte**, v.26, n.2, p.323-38, 2012.
- SALLES, V. O.; MATOS, E. A. S. A. A Teoria da Complexidade de Edgar Morin e o Ensino de Ciência e Tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 116-127, 2017.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.
- SANTOS, B. S. S. **Um discurso sobre as ciências**. 5 ed. Porto Alegre: Cortez, 2008. 92 p.
- SANTOS, W. L. P.; SOUZA M. G.; SILVA, R. R., CASTRO, E. N. F., SOUZA S. G., MATSUNAGA, R. T.; DIB, S. M. F. Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. **Educación química**, n. 3, p. 20-28, 2009.
- SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v.9, n. 17, p.49-62, 2012.
- SILVA, T. T. **Documentos de Identidade: uma Introdução às Teorias de Currículo**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.
- SILVA, C. R. C. A.; ROBAINA, J. V. L. O estado da arte das pesquisas acadêmicas sobre CTSA no período de 2014 até 2018. **Revista Insignare Scientia**, v. 3, n. 2, p. 85-100, 2020.
- SIQUEIRA, J.F.R.; VASCONCELOS, A.M.; ZANON, A. M. Programa nacional escolas sustentáveis: um estudo bibliométrico. **Ambiente & Educação**, v. 26, n. 1, p. 541-564, 2021a.
- SIQUEIRA, G. C., RIBEIRO, S. A. F.; FREITAS, C. C. G.; SOVIERZOSKI, H. H.; LUCAS, L. B. (2021). CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021b.
- STRACHULSKI, J. Etnociências e teoria da complexidade: aproximando referenciais para compreender os conhecimentos tradicionais. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**. Disponível em: <<http://www.eumed.net/rev/cccss/2017/04/etnociencias-teoria-complexidade.html>> Acesso em: 10 mai. 2022.
- SOUSA, J. C.; INFANTE-MALAQUIAS, M. E. Reflexões sobre os desafios para uma educação científica crítica no Brasil contemporâneo. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v.10, n.3, p. 12-28, 2020.
- SOLOMON, J. **Teaching science technology and society**. Bristol: Open University Press, 1993,
- SULLANMAA, J.; PYHÄLTÖ, K.; SOINI, T.; PIETARINEN, J. Trajectories of Teachers' Perceived Curriculum Coherence in the Context of Finnish Core Curriculum Reform. **Curriculum and Teaching**, v. 34, n. 2, p. 27-49, 2019.

SZYMANSKI, H. Entrevista reflexiva: um olhar psicológico para entrevista em pesquisa. *Revista Psicologia da Educação*, n. 10, p.193-215, 2000.

TRINDADE, L. L.; CORÁ, E. J.; TRINDADE, L. L.. Repensando o progresso do conhecimento: diálogo com Edgar Morin. *Synergismus scyentifica*, v. 1, n 1, 2006, p. 401-406.

TSAI, C. C. A science teacher's reflections and knowledge growth about STS instruction after actual implementation. *Science Education*, v. 86, n. 1, p.23-41, 2002.

WACHELKE, J.; WOLTER, R.; MATOS, F. R. Efeito do tamanho da amostra na análise de evocações para representações sociais. *Liber*, v. 22, n.2, p.153-160, 2016.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. L., BERJANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf> Acesso em: 16 out. 2022

XIMENES, D. A. **Crítica da Modernidade**. Sociedade e Estado, v. 9, n. 1-2, p. 1-4, 1994.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Daniel Grassi. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001

YÖRÜK, N; MORGIL, I; SEÇKEN, N. The effects of science, technology, society and environment (STSE) education on students' career planning. *US-China Education Review*, v. 6, n.8, p. 68-74, 2009.

ZOLLER, U.; WATSON, F. Teacher Training for the "Second Generation" of Science Curricula: The Curriculum-Proof. *Science Education*, v. 58, n.1, p.93-103, 1974.

APÊNDICE A

EIXO A - Processos de ensino-aprendizagem

Critério da FACTS	Afirmativas	Muito frequentemente	Frequentemente	Ocasionalmente	Raramente	Nunca
<p>Desenvolvimento dos temas emergentes da sociedade</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Desenvolvimento de temas considerando uma perspectiva didática crítica que vise o desenvolvimento de ações transformadoras, por meio da abordagem de questões sociocientíficas e de problemas da realidade próxima, estimulando a tomada de decisões/ações por parte dos alunos.</p>	1. Consigo desenvolver aulas que estimulem o desenvolvimento de ações transformadoras por parte dos(as) estudantes.					
	2. Conheço as questões sociocientíficas e desenvolvo-as em minhas aulas.					
	3. As aulas que desenvolvo se relacionam a problemas da realidade próxima dos(as) estudantes(as).					
<p>Incentivo ao pensamento crítico e criativo</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Incentivo ao pensamento crítico e criativo mediante:</p> <p>i) o desenvolvimento de habilidades de argumentação, de investigação e de uso de diferentes linguagens;</p> <p>ii) o uso de evidências para justificar as formas de agir e de tomar decisões;</p> <p>iii) leitura crítica da informação e de discursos que denotem desigualdades e assimetrias sociais com construção de</p>	4. Busco desenvolver o pensamento crítico e criativo nos(as) estudantes por meio da argumentação, da investigação e do uso de diferentes linguagens.					
	5. Busco desenvolver o pensamento crítico e criativo nos(as) estudantes por meio do uso de evidências para justificar ações e tomar decisões.					
	6. Estimulo a leitura crítica de					

discursos contrários a tais posicionamentos.	informações e de discursos que denotem desigualdades e assimetrias sociais e a construção de discursos contrários a tais posicionamentos.					
<p>Proposição ou desenvolvimento de um enfoque interdisciplinar</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Conteúdos, temas e projetos incorporam relações criativas, não usuais, entre as disciplinas científicas e de outras áreas de conhecimento, incluindo pelo menos 4 dimensões (culturais, históricas, políticas, econômicas, éticas ou estéticas).</p>	7. Desenvolvo aulas, atividades e/ou projetos criativos com temas científicos associados a outras áreas do saber, abordando dimensões como: cultura, história, política, ética e arte relacionados à ciência.					
<p>Favorecimento à construção de posicionamentos</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Favorece a criação de espaços e oportunidades de afirmação individual, coletiva e criativa para a construção de posicionamentos, baseados no diálogo e confronto de argumentos científicos e tecnológicos, fatos, opiniões, atitudes e práticas socialmente relevantes, provenientes de diferentes grupos de pessoas e/ou instituições.</p>	8. Em minhas aulas, crio espaços nos quais os(as) estudantes podem se posicionar (individual ou coletivamente), de forma criativa.					
	9. Em minhas aulas, crio espaços para que os (as) estudantes construam posicionamentos baseados em diálogos, confronto de argumentos científicos e tecnológicos, fatos, opiniões, atitudes e práticas socialmente relevantes, provenientes de diferentes grupos de pessoas e/ou instituições.					
Proposição de abordagens metodológicas	10. Em aulas experimentais,					

<p style="text-align: center;">específicas</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> enfatiza o componente experimental das ciências da natureza, adotando pelo menos quatro das metodologias de ensino e de aprendizagem que envolvam: i) uma visão tolerante do conhecimento para incluir a visão dos alunos; ii) os modos investigativos das ciências; iii) as competências metacognitivas; iv) a formação de processos coletivos e de trabalhos em grupo; v) o uso do espaço da cidade como contexto educativo; vi) o estímulo para perguntas e práticas criativas.</p>	<p>busco apresentar uma visão tolerante do conhecimento, valorizando o conhecimentos prévios dos estudantes.</p>					
	<p>11. Em aulas experimentais, realizo uma abordagem investigativa das ciências.</p>					
	<p>12. Em aulas experimentais, busco desenvolver competências metacognitivas.*</p> <p>*Metacognição é compreensão dos próprios processos cognitivos, organizando-os e modificando-os de acordo com certos objetivos.</p>					
	<p>13. Em aulas experimentais, incentivo processos coletivos e trabalhos em grupo.</p>					
	<p>14. Em aulas experimentais, uso o espaço da cidade como um contexto educativo.</p>					
	<p>15. Em aulas experimentais, estímulo perguntas e práticas criativas.</p>					
<p style="text-align: center;">Organização do currículo visando uma educação para a cidadania</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> O</p>	<p>16. Organizo os conteúdos de acordo com temáticas sociais atuais, e não de acordo com a ordem tradicional dos conteúdos.</p>					

currículo se apresenta: i) estruturado menos por conceitos e mais por eixos temáticos relacionados a problemas reais da sociedade; ii) flexível e aberto para permitir a inclusão de demandas e necessidades por parte da comunidade escolar; iii) comprometido com a construção de múltiplas competências para formar cidadãos críticos, participativos, questionadores da lógica consumista da sociedade e empoderados para resolver problemas e participar de processos decisórios.	17. Organizo os conteúdos de forma flexível, não me importando em incluir novos assuntos de acordo com as demandas e necessidades dos estudantes e da comunidade escolar.					
	18. Organizo os conteúdos com a intenção de formar cidadãos críticos, participativos, questionadores da lógica consumista da sociedade e empoderados para resolver problemas e participar de processos decisórios.					

EIXO B – Visão e Percepção De C&T Na Sociedade

Critério da FACTS	Afirmativas	Muito frequentemente	Frequentemente	Ocasionalmente	Raramente	Nunca
Construção do conhecimento científico e tecnológico <i>Descrição do critério em nível expert:</i> A construção do conhecimento científico e tecnológico pelos alunos: i) leva em consideração o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência; ii) relaciona os diferentes procedimentos e finalidades da C&T; iii) pressupõe a relação de dependência e independência entre eles, numa perspectiva da Tecnociência.	1. Em minhas aulas, possibilito a construção do conhecimento científico e tecnológico considerando o papel da História, Filosofia e Sociologia da Ciência					
	2. Em minhas aulas, debato os diferentes procedimentos de construção do conhecimento tecnocientífico e as finalidades da ciência e da tecnologia.					

	3. Em minhas aulas, discuto sobre as relações de dependência e independência entre o conhecimento científico e o conhecimento tecnológico.					
<p align="center">Articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Estabelece articulações entre a Ciência & Tecnologia e suas representações que circulam na sociedade, evidenciando as correlações entre os processos e resultados da produção científica.</p>	4. Artigo os processos pelos quais ciência e tecnologia são produzidas e os impactos que elas têm na sociedade.					
	5. Artigo os impactos tecnocientíficos com a imagem/representação da ciência e da tecnologia na sociedade					
<p align="center">Compreensão da C&T como práticas contextualizadas</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Reconhece a C&T como práticas contextualizadas em pelo menos quatro das seguintes dimensões: política, econômica, social, cultural e ambiental, possibilitando uma percepção mais complexa dos fenômenos.</p>	6. Possibilito uma percepção mais ampla sobre ciência e tecnologia ao articular os saberes tecnocientíficos à política, à economia, à sociedade, à cultura e ao meio ambiente.					
<p align="center">Caracterização da C&T como construção social</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Compreende a C&T como uma construção social, produtora de sentidos e significados em contextos históricos e/ou ideológicos</p>	7. Debato a ciência e tecnologia como construções sociais, produtoras de sentidos e significados em um contexto histórico e ideológico, nos quais existem relações de poder (econômicas, étnico-raciais, de					

específicos, em que pesem questões sobre as relações de poder (econômicas, étnico-raciais, de gênero) na produção do conhecimento.	gênero).					
Compreensão da não neutralidade da C&T e/ou da educação científica <i>Descrição do critério em nível expert:</i> apresenta discursos críticos acerca dos interesses e para quem se destina a C&T, problematizando a não equidade na valorização do conhecimento a ser produzido, reforçando a não neutralidade e a indeterminação da C&T e/ou da educação científica	8. Apresento a ciência e tecnologia de forma crítica, considerando os interesses que motivam a construção destes conhecimentos.					
	9. Apresento a ciência e tecnologia de forma crítica, reforçando a não neutralidade, a indeterminação desses saberes e da educação científica.					

EIXO C - Cidadania/Ação

Critério da FACTS	Afirmativas	Muito frequentemente	Frequentemente	Ocasionalmente	Raramente	Nunca
Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade <i>Descrição do critério em nível expert:</i> propicia aprendizagens que permitam uma participação consciente e crítica no desenvolvimento de uma sociedade a partir da construção de conhecimentos, valores ou experiências de ação que levem em consideração os conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social.	1. Oportunizo aprendizagens que incentivam a participação social crítica e consciente.					
	2. Propicio aprendizagens que incentivam a participação na construção de saberes, valores e experiências de ação baseadas em conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social.					

<p>Participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos da Tecnociência</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> propicia aprendizagens que permitam empregar e avaliar a perspectiva tanto da Ciência quanto da Tecnologia para uma participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos científico-tecnológicos, bem como estimulando a participação em agendas de pesquisa.</p>	<p>3. Propicio aprendizagens que permitam empregar e avaliar a perspectiva tanto da Ciência quanto da Tecnologia para uma participação cidadã em questões envolvendo conhecimentos científico-tecnológicos.</p>				
<p>Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> para a análise dos impactos da Ciência e Tecnologia nas decisões atuais e/ou projeções de ações futuras, inclui, no processo de ensino-aprendizagem, os conceitos de risco, princípio da precaução e controvérsia.</p>	<p>4. Como parte da atuação consciente na sociedade, estimo a participação cidadã dos estudantes em temas e agendas de pesquisa.</p>				
<p>Construção de identidade / pertencimento (inclusão) e de valores</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> orienta a reflexão, incentivando a construção de identidade / pertencimento e de valores como responsabilidade, solidariedade e colaboração.</p>	<p>5. Para a compreensão dos impactos que ciência e tecnologia tem no presente e no futuro do planeta, debate, em sala, os conceitos de risco, controvérsia e princípio da precaução.</p>				

<p style="text-align: center;">Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais</p> <p><i>Descrição do critério em nível expert:</i> Apresenta diferentes pontos de vista em relação a questões sociais e questões ambientais, com espaços para os indivíduos exprimirem sua humanidade.</p>	<p>7. Apresento diferentes pontos de vista em relação a questões sociais e questões ambientais, com espaços para os indivíduos expressarem sua humanidade.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

APÊNDICE B

ROTEIRO DE ENTREVISTA

Introdução

Olá! Fico muito feliz por ter aceitado o convite para entrevista. O objetivo com a nossa conversa é refletir como a formação continuada “Educação Científica Crítica” pode ter impactado a sua prática profissional. Não se preocupe, não há respostas certas ou erradas, o que desejamos é compreender o seu cotidiano e as reflexões que eventualmente possam ter ocorrido por meio do conteúdo aprendido no curso. Como já mencionei anteriormente, solicito a permissão para gravar nosso encontro. No entanto, apenas eu e minha orientadora teremos acesso a estes dados e os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios, mantendo sua identidade preservada. Também devemos considerar que, por ser gerados em um ambiente virtual, é possível que o sigilo dos dados seja violado. Destacamos, contudo, que todos os cuidados possíveis serão realizados para evitar que tais problemas ocorram. Os dados serão mantidos em ambiente de nuvem - protegido por senhas - apenas durante a realização da pesquisa e serão deletados em seguida. Destacamos, ainda, que caso você não se sinta confortável em responder a alguma pergunta, não precisará fazê-lo. Além disso, você pode se retirar da pesquisa a qualquer momento.

Aquecimento

Como tem sido o início do ano letivo?

Quais as turmas e disciplinas que você tem lecionado este ano?

Questão desencadeadora

Como você considera que a participação na formação sobre a educação científica crítica impactou o seu trabalho?

*O(A) entrevistado(a) poderá responder livremente. Caso necessário, direcionaremos o debate para os aspectos do curso que foram mais **memoráveis - elementos e momentos concretos -** que possibilitaram **novas ou revisão nas formas de pensar, planejar e atuar** como professor(a) (o planejamento das atividades para o ano letivo, organização dos conteúdos, as abordagens escolhidas e a relação com o livro didático).*

Questões de aprofundamento, esclarecimento e foco.

a. Perguntas voltadas ao ambiente:

O ambiente escolar no qual você trabalha facilita as mudanças que você mencionou? Como?

Quais as principais dificuldades que você enfrenta para realizar as mudanças que mencionou?

O curso sobre ECC ajudou a vencer estas dificuldades?

A gestão da sua escola é receptiva a mudanças na sua prática profissional?

Você tem colegas abertos a parcerias que possibilitem um ensino alinhado à ECC?

b. Perguntas voltadas ao comportamento:

Quais estratégias você percebe que tem empregado para construir um ensino voltado à ECC, considerando seu ambiente de trabalho?

Você já desenvolvia estas estratégias antes do curso? Ele contribuiu em algo?

c. Perguntas voltadas às características pessoais:

Quais características pessoais suas estão auxiliando na construção de um ensino de ciências mais crítico?

Quais características você gostaria de ter para ajudar na construção de um ensino de ciências mais crítico?

O curso sobre ECC ajudou no desenvolvimento destas características?

APÊNDICE C

As tabelas a seguir expressam os resultados para o questionário inicial do alinhamento dos(as) professores(as) que participaram da formação com a FACTS. Os dados estão apresentados por eixo.

Tabela 9 - Respostas docentes do questionário inicial para o eixo A - Processos de ensino e aprendizagem

Professor(a)	Questões																		Média por docente	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
B	2	3	2	5	5	5	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4
C	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D	4	3	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4
E	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
F	4	3	4	5	3	3	3	5	5	5	5	2	5	4	3	3	5	5	5	4,5
G	3	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4
H	4	4	5	5	4	4	5	4	4	3	4	3	4	5	3	3	4	3	4	4
I	3	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	4	2	4	4	5	4	4	4
J	3	2	4	5	5	5	2	5	4	5	5	3	4	1	1	1	5	4	4	4
K	3	4	4	5	4	3	3	4	3	4	3	2	4	3	4	4	3	4	4	4
L	3	4	3	4	4	4	4	5	4	5	4	3	5	2	2	2	4	4	4	4
M	3	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	3	3	3	4	4

N	3	2	4	3	3	4	4	3	2	4	3	2	3	2	4	4	5	5	3
O	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4
P	3	3	4	4	3	3	3	5	4	4	4	3	4	2	1	1	2	2	3
Q	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	3	3	4	5	4
R	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	5	3
S	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	5	3	5	5	3	3	3	4	4
T	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	3	5	4	3	3	4	4	4
U	3	4	4	5	5	4	3	5	5	4	5	4	4	3	3	3	4	4	4
Média por afirmação	3,2	3,4	3,8	4,1	3,9	3,6	3,4	4,1	3,8	4,0	3,9	3,1	4,1	3,1	3,9	3,1	3,7	4,0	3,7
Moda	3	3	4	5	3	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4
Moda relativa	65%	40%	60%	40%	40%	50%	50%	55%	55%	60%	50%	55%	50%	40%	85%	55%	45%	60%	44%

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 10 - Respostas docentes do questionário inicial para o eixo B - Visão e produção de C&T

Professor(a)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Média por docente
A	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4
B	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
C	3	4	2	4	4	4	4	4	4	4
D	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E	4	3	4	5	2	3	5	5	3	4
F	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
G	5	4	4	5	4	4	4	5	4	4
H	3	3	3	3	3	4	4	4	3	3
I	4	4	4	2	2	5	3	5	2	4
J	3	3	3	4	3	4	4	4	4	4
K	4	4	3	2	4	3	3	4	4	4
L	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
M	3	3	4	4	3	4	5	4	3	4
N	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
O	3	4	1	2	1	3	3	4	2	3
P	5	5	4	5	4	5	4	5	4	5

Q	3	2	2	5	5	4	3	4	4	4
R	5	5	4	5	4	4	3	4	4	4
S	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4
T	5	5	3	4	3	3	4	4	5	4
U	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4
Média por afirmação	3,8	3,8	3,3	3,8	3,3	3,8	3,7	4,0	3,6	3,7
Moda	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Moda relativa	45%	50%	60%	45%	45%	65%	55%	75%	55%	52%

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 11 - Respostas docentes do questionário inicial para o eixo C - Cidadania/Ação

Professor(a)	28	29	30	31	32	33	34	Média por docente
A	4	4	4	4	3	3	4	4
B	3	3	3	3	3	3	3	3
C	3	4	4	4	4	4	4	4
D	2	2	2	2	2	2	2	2
E	3	4	4	2	3	5	3	3
F	4	4	4	3	4	4	4	4
G	3	4	3	5	5	4	3	4
H	4	3	4	3	2	3	5	3
I	3	5	3	2	4	5	4	4
J	3	3	4	3	4	4	3	3
K	3	4	3	4	3	4	4	4
L	4	4	4	4	4	4	4	4
M	4	4	3	3	4	4	4	4
N	4	4	4	4	4	4	4	4
O	3	4	2	3	1	4	4	3
P	5	5	5	4	5	4	5	5
Q	4	4	4	4	3	4	3	4

R	4	4	4	3	5	5	5	4
S	4	5	4	4	4	4	4	4
T	4	4	3	4	4	3	3	4
U	5	5	5	4	5	4	5	5
Média por afirmação	3,6	4,0	3,6	3,4	3,6	3,9	4,0	3,7
Moda	4	4	4	4	4	4	4	4
Moda relativa	50%	60%	55%	50%	45%	65%	50%	52%

Fonte: Elaborado pela autora

ANEXO A

Bloco 1 - Introdução				
	<i>Tema</i>	<i>Duração</i>	<i>Modalidade</i>	<i>Descrição da atividade</i>
1º Encontro (13/06/22)	Apresentação da Equipe A educação Científica na perspectiva CTSA e do paradigma da complexidade	2h	Síncrona	Apresentação da Proposta do Curso e problematização da temática Participação na aula discutindo com os docentes a problematização proposta
2º Encontro (20/06/22)	- Avaliação de processos educativos e a utilização de rubricas na sua construção - FACTS – Ferramenta Avaliativa Ciência, Tecnologia e Sociedade*	2h	Síncrona	- Apresentação e discussão da temática e a apresentação da Ferramenta. - Participação na aula discutindo com os docentes a temática proposta.
1ª Atividade (27/06/22)	Educação Científica na perspectiva crítica	5h	Assíncrona	- Leitura dos Textos com Roteiro de questões - Participação no Fórum na Plataforma Moodle
3º Encontro (04/07/22)	A educação Científica Crítica na visão dos especialistas da área	2h	Síncrona	- Exposição dialogada considerando o texto e o conteúdo discutido no fórum.
* A atividade avaliativa ou de planejamento de aulas com a utilização da ferramenta FACTS será proposta nesta aula para que possa ser trabalhada ao longo de todo o curso, com a orientação das docentes responsáveis.				
11/07 a 25/07 – Férias dos professores (não haverão atividades do curso)				
BLOCO 2 – Processos de Ensino e Aprendizagem				
4º Encontro (01/08/22)	Educação ou Barbárie? Uma escolha para a sociedade contemporânea	2h	Síncrona	- Palestra e debate com os participantes

2ª Atividade (08/08/22)	Pensamento crítico e criativo e a construção de posicionamentos	5h	Assíncrona	- Apresentação de videoaula - Atividades de leitura e de aplicação do conteúdo
5º Encontro (15/08/22)	Reflexão e discussão do tema tratado na semana anterior	2h	Síncrona	- Espaço para diálogo e reflexão considerando o texto e o conteúdo apresentado na última atividade assíncrona.
3ª Atividade (22/08/22)	Educação para a Sustentabilidade e Educação Científica: Complexidade e Interdisciplinaridade	5h	Assíncrona	- Apresentação de videoaula - Atividades de leitura e de aplicação do conteúdo
6º Encontro (29/08/22)	- Reflexão e discussão do tema tratado na semana anterior - Fechamento do Bloco 2	2h	Síncrona	- Espaço para diálogo e reflexão considerando o texto e o conteúdo apresentado na última atividade assíncrona.
BLOCO 3 – Visão e Percepção de C&T na Sociedade**				
4ª Atividade (05/09/22)	Construção do conhecimento científico e tecnológico - Tecnociência	5h	Assíncrona	- Apresentação de videoaula ou podcast - Atividades de leitura e de aplicação do conteúdo
7º Encontro (12/09/22)	- Reflexão e discussão do tema tratado na semana anterior	2h	Síncrona	- Espaço para diálogo e reflexão considerando o texto e o conteúdo apresentado na última atividade assíncrona.
5ª Atividade (19/09/22)	Ciência & Tecnologia: representações, contextualização e construções sociais Os impactos da Ciência e Tecnologia na sociedade	5h	Assíncrona	- Apresentação de videoaula - Atividades de leitura e de aplicação do conteúdo
8º Encontro (26/09/22)	- Reflexão e discussão do tema tratado na semana anterior - Fechamento do Bloco 3	2h	Síncrona	- Espaço para diálogo e reflexão considerando o texto e o conteúdo apresentado na última atividade assíncrona.

** Ao longo destes dois blocos, os participantes realizarão a atividade proposta no início do curso, sob orientação das professoras responsáveis.

BLOCO 4 – Cidadania e Ação

6ª Atividade (03/10/22)	O ensino de Ciências como ferramenta para a construção da identidade/pertencimento (inclusão) e de valores	5h	Assíncrona	- Apresentação de videoaula - Atividades de leitura e de aplicação do conteúdo
9º Encontro (10/10/22)	- Reflexão e discussão do tema tratado na semana anterior	2h	Síncrona	- Espaço para diálogo e reflexão considerando o texto e o conteúdo apresentado na última atividade assíncrona.
7ª Atividade (17/10/22)	Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais	5h	Assíncrona	- Apresentação de videoaula - Atividades de leitura e de aplicação do conteúdo
10º Encontro (24/10/22)	- Reflexão e discussão do tema tratado na semana anterior	2h	Síncrona	- Espaço para diálogo e reflexão considerando o texto e o conteúdo apresentado na última atividade assíncrona.
8ª Atividade (31/10/22)	Orientação final, conclusão e postagem da atividade avaliativa ou de planejamento de aulas utilizando a ferramenta FACTS	13h	Assíncrona	- Finalização da atividade proposta e desenvolvida ao longo do curso; - Orientação dos participantes pelas professoras responsáveis
11º Encontro (07/11/22)	- Discussão acerca dos resultados encontrados na atividade utilizando a FACTS; - Avaliação Global e fechamento da disciplina.	2h	Síncrona	- Espaço para diálogo e reflexão acerca dos resultados, impressões gerais e observações acerca do curso a serem apontadas pelos participantes.