



JACKSON RODRIGUES ALVES

**O TEMA DA POLUIÇÃO SONORA COMO OBJETO DA
INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA-CULTURAL PARA A
PROMOÇÃO DA CIDADANIA**

LAVRAS – MG

2026

JACKSON RODRIGUES ALVES

**O TEMA DA POLUIÇÃO SONORA COMO OBJETO DA INVESTIGAÇÃO
CIENTÍFICA-CULTURAL PARA A PROMOÇÃO DA CIDADANIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Educação, área de concentração em Práticas Pedagógicas e Formação Docente, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Leonardo Gonçalves Lago
Orientador

LAVRAS – MG

2026

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Alves, Jackson Rodrigues.

O tema da poluição sonora como objeto da investigação científica-cultural para a promoção da cidadania. / Jackson Rodrigues Alves. - 2026.

115 p. : il.

Orientador: Leonardo Gonçalves Lago

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. ensino de Física. 2. cidadania. 3. enfoque CTS. 4. investigação científica-cultural. 5. poluição sonora. I. Gonçalves Lago, Leonardo. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

JACKSON RODRIGUES ALVES

**O TEMA DA POLUIÇÃO SONORA COMO OBJETO DA INVESTIGAÇÃO
CIENTÍFICA-CULTURAL PARA A PROMOÇÃO DA CIDADANIA**

**NOISE POLLUTION AS AN OBJECT OF SCIENTIFIC-CULTURAL INQUIRY FOR
PROMOTING CITIZENSHIP**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, área de concentração em Práticas Pedagógicas e Formação Docente para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de março de 2026.

Prof. Dr. Leonardo Gonçalves Lago

Prof. Dr. Fabio Marineli

Prof. Dr. Jose Luis Nami Adum Ortega

UFLA

UFLA

USP



Documento assinado digitalmente

LEONARDO GONCALVES LAGO

Data: 22/06/2026 23:18:24-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Leonardo Gonçalves Lago
Orientador

**LAVRAS – MG
2026**

*À minha mãe e à minha esposa, pelo
apoio incondicional.*

*Ao meu avô, homem honrado e sábio;
e à memória da minha avó, que,
mesmo ausente, permanece presente
em meu coração.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha mãe, Angélica, por sua dedicação incansável e amor incondicional a seus filhos, sem você nada teria sido possível. Aos meus irmãos, Beatriz e Jádson, pelo carinho, pelos conselhos e por estarem presentes em todos os momentos. Ao meu querido avô, Sebastião, que exerceu com maestria o papel de “avôhai”, e à memória de minha avó, Maria Angélica, minha segunda mãe, por terem me criado e transmitido os valores mais preciosos da vida. Estendo meu agradecimento aos meus tios, Elizabeth, Ramon e Lucas, por todo o amor e suporte oferecidos.

À minha esposa, Ana Luísa, agradeço por caminhar ao meu lado, pelo apoio constante e por ser a fonte de força que me permite continuar. À minha sogra, Claret, que celebra com alegria cada uma das minhas conquistas.

Aos irmãos que a vida me deu — Pedro, Rafael, André, Jhontan, Tiago e Vitorino —, agradeço a jornada compartilhada, pelas trocas de ideias, pelos conselhos e por serem o suporte necessário nos momentos difíceis. Vocês são amigos para a vida inteira. Agradeço também aos novos amigos que o mestrado me proporcionou, Marcos e Paulo Cesar; sem a presença de vocês, esta etapa não teria sido tão prazerosa e proveitosa.

Ao meu orientador, Leonardo Lago, expressei minha gratidão pela orientação, pelo aprendizado compartilhado, pelas valiosas trocas de ideias e pela amizade construída. Agradeço ao professor Fábio Marineli, que acompanhou este trabalho desde a sua concepção, e ao professor José Luís Ortega, pelas contribuições e elogios durante a qualificação. Destaco que os trabalhos desenvolvidos pela parceria dos professores Leonardo Lago e José Luís Ortega foram fundamentais para a construção do meu referencial teórico.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e, de modo especial, ao programa de pós-graduação em ensino de ciências e educação matemática (PPGECM), pela oportunidade de realização deste mestrado, disponibilização da infraestrutura e pelo espaço acadêmico acolhedor que viabilizou meu crescimento profissional e intelectual.

Por fim, agradeço o apoio financeiro do projeto Trilhas de Futuro Educadores, do Governo do Estado de Minas Gerais, que viabilizou a realização desta pesquisa.

[...] a filosofia se limitara a interpretar o mundo de várias maneiras, quando era preciso transformá-lo. (Marx, 2023, p. 30)

RESUMO

O ensino de Física na educação básica brasileira enfrenta uma crise acentuada, caracterizada por uma abordagem tradicional que prioriza a memorização de fórmulas em detrimento da compreensão conceitual e sua aplicação no cotidiano. Esse modelo, no qual o conhecimento se mantém isolado da realidade do aluno, falha em promover a alfabetização científica necessária para o exercício pleno da cidadania. Este trabalho tem como objetivo desenvolver, implementar e analisar uma intervenção sobre poluição sonora, fundamentada na articulação entre o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e o referencial da investigação científica-cultural, para avaliar sua influência nas percepções dos estudantes sobre suas atitudes em relação à Ciência e nas práticas de cidadania dos estudantes. O referencial da investigação científica-cultura estrutura-se em três contextos integrados: a investigação conceitual, voltada ao desenvolvimento do pensamento teórico; a prática científica, que imergiu os estudantes nos procedimentos e valores da atividade investigativa; e a investigação cultural, que mediou a conexão entre o saber escolar e as dinâmicas políticas e sociais da comunidade. A pesquisa, caracterizada como um estudo de caso com métodos mistos (quantitativos e qualitativos), foi realizada com estudantes voluntários do 2º ano do ensino médio de uma escola estadual de Minas Gerais. A sequência didática, estruturada em nove aulas, envolveu diversas estratégias como a análise de fenômenos ondulatórios por meio de molas *slinky*, testes de isolamento acústico, a construção de decibelímetros com plataforma Arduino para a coleta de dados sobre ruídos na escola e na comunidade, a espacialização desses dados em mapas de ruído e o estudo da legislação municipal, culminando na apresentação de um manifesto na Câmara de Vereadores. A coleta de dados ocorreu por meio de dois questionários em escala Likert (pré e pós-intervenção) e entrevistas semiestruturadas. A análise quantitativa (teste *t* pareado) indicou que as atitudes em relação à Ciência não apresentaram alteração estatisticamente significativa (p -valor = 0,1138). Em contrapartida, observou-se um aumento estatisticamente significativo ($p < 0,01$) na percepção dos estudantes sobre suas práticas de cidadania. A análise temática das entrevistas revelou um maior interesse e engajamento pela disciplina de Física, que passou a ser percebida como instrumento de leitura da realidade, e também mostrou uma valorização das práticas de cidadania voltadas a intervenção social, tais como fiscalização, denúncia e uma postura ética, visando o bem-estar da comunidade. Conclui-se que a articulação teórica proposta pode contribuir para a superação do envelopamento escolar ao promover um modelo de cidadania participativa, demonstrando aos discentes a importância de exercer seus direitos e

deveres sociais fundamentados no saber científico. Este trabalho apresenta, como resultado final, o produto educacional intitulado “Som, cidade e cidadania”, configurando-se como uma proposta replicável para o ensino de Física voltado à ação sociopolítica.

Palavras-chave: ensino de Física, cidadania, enfoque CTS, investigação científica-cultural, poluição sonora.

ABSTRACT

Physics teaching in Brazilian basic education faces a severe crisis, characterized by a traditional approach that prioritizes the memorization of formulas to the detriment of conceptual understanding and its application in everyday life. This model, in which knowledge remains isolated from the student's reality, fails to promote the scientific literacy necessary for the full exercise of citizenship. This work aims to develop, implement, and analyze an educational intervention on noise pollution, based on the articulation between the Science, Technology, and Society (STS) approach and the scientific-cultural investigation framework, to evaluate its influence on students' perceptions of their attitudes toward Science and their citizenship practices. The scientific-cultural investigation framework is structured into three integrated contexts: conceptual investigation, aimed at the development of theoretical thinking; scientific practice, which immersed students in the procedures and values of investigative activity; and cultural investigation, which mediated the connection between school knowledge and the political and social dynamics of the community. The research, characterized as a mixed-methods (quantitative and qualitative) case study, was conducted with volunteer students from the 2nd year of high school at a state school in Minas Gerais. The didactic sequence, structured in nine lessons, involved various strategies such as the analysis of wave phenomena using slinky springs, acoustic insulation tests, the construction of decibel meters with the Arduino platform for data collection on noise in the school and the community, the spatialization of these data in noise maps, and the study of municipal legislation, culminating in the presentation of a manifesto at the City Council. Data collection occurred through two Likert scale questionnaires (pre- and post-intervention) and semi-structured interviews. The quantitative analysis (paired t-test) indicated that attitudes toward Science did not show a statistically significant change ($p = 0.1138$). In contrast, a statistically significant increase ($p < 0.01$) was observed in the students' perception of their citizenship practices. The thematic analysis of the interviews revealed greater interest and engagement in the Physics subject, which came to be perceived as an instrument for reading reality, and also showed a valorization of citizenship practices aimed at social intervention, such as monitoring, reporting, and an ethical stance, aiming at the well-being of the community. It is concluded that the proposed theoretical articulation can contribute to overcoming school encapsulation by promoting a model of participatory citizenship, demonstrating to students the importance of exercising their social rights and duties based on scientific knowledge. As an inseparable result of the investigative process, this work presents

the Educational Product entitled "Som, Cidade e Cidadania", configuring a replicable pedagogical proposal for Physics teaching aimed at sociopolitical action.

Keywords: Physics education, citizenship, STS approach, scientific-cultural investigation, noise pollution.

INDICADORES DE IMPACTOS

O presente trabalho apresenta impactos sociais, tecnológicos e culturais concretos e diretos, caracterizados por sua natureza essencialmente extensionista ao integrar a pós-graduação da UFLA à comunidade escolar externa. A ação foi delimitada no território de um município do interior de Minas Gerais, localizado na região do Alto São Francisco, e direcionada a um grupo populacional de estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola pública estadual. As atividades extensionistas envolveram diretamente vinte estudantes voluntários e um professor-pesquisador, beneficiando indiretamente cerca de 600 alunos da instituição, além de alcançar a comunidade local, gestores da rádio municipal e legisladores públicos. O impacto social e cultural consolidou-se na ativação cívica dos discentes, evidenciada por uma mudança na disposição dos alunos para o engajamento social e político a partir do diagnóstico de problemas reais em seu entorno. Sob a dimensão tecnológica, o impacto materializou-se no desenvolvimento de habilidades em robótica e programação educacional por meio da construção e calibração de decibelímetros com a plataforma Arduino. Diante da Política Nacional de Extensão, os resultados classificam-se primordialmente em quatro áreas temáticas interconectadas: educação, ao promover a alfabetização científica e a superação do envelopamento escolar; direitos humanos e justiça, ao fomentar o letramento político e a apropriação de mecanismos de participação social; meio ambiente, pelo mapeamento e espacialização de ruídos urbanos prejudiciais ao bem-estar coletivo ; e tecnologia e produção, pela concepção de instrumentos tecnológicos aplicados de monitoramento. Por fim, as ações e os impactos gerados alinham-se diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), contribuindo especificamente para o ODS 3 (saúde e bem-estar), ao conscientizar e monitorar os riscos causados pela poluição sonora à integridade humana; ODS 4 (educação de qualidade), ao propor e validar um produto educacional baseado em uma sequência didática replicável e interdisciplinar voltada à ação sociopolítica; e ODS 11 (cidades e comunidades sustentáveis), ao subsidiar o planejamento urbano local por meio da elaboração de um mapa de ruídos e da entrega formal de um manifesto na Câmara de Vereadores.

IMPACT INDICATORS

This work presents concrete and direct social, technological, and cultural impacts, characterized by its essentially extensionist nature by integrating UFLA's graduate program with the external school community. The action was delimited within the territory of a municipality in the interior of Minas Gerais, located in the Alto São Francisco region, and directed at a population group of second-year high school students from a state public school. The extension activities directly involved twenty volunteer students and one teacher-researcher, indirectly benefiting around 600 students of the institution, in addition to reaching the local community, municipal radio managers, and public legislators. The social and cultural impact was consolidated through the civic activation of the learners, evidenced by a change in the students' disposition toward social and political engagement based on the diagnosis of real problems in their surroundings. Under the technological dimension, the impact materialized in the development of skills in robotics and educational programming through the construction and calibration of decibel meters using the Arduino platform. Regarding the National Extension Policy, the results are primarily classified into four interconnected thematic areas: education, by promoting scientific literacy and overcoming school encapsulation; human rights and justice, by fostering political literacy and the appropriation of social participation mechanisms; environment, through the mapping and spatialization of urban noise harmful to collective well-being; and technology and production, through the design of applied technological instruments for monitoring. Finally, the actions and impacts generated align directly with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN), specifically contributing to SDG 3 (Good Health and Well-being), by raising awareness and monitoring the risks caused by noise pollution to human integrity; SDG 4 (Quality Education), by proposing and validating an educational product based on a replicable and interdisciplinary didactic sequence aimed at sociopolitical action; and SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), by subsidizing local urban planning through the elaboration of a noise map and the formal delivery of a manifesto to the City Council.

SUMÁRIO

	APRESENTAÇÃO	14
1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Ensino de física: das fórmulas vazias à cidadania	17
1.2	Cidadania	19
1.3	A presente pesquisa	25
1.3.1	Objetivos	26
1.3.2	Objetivos específicos	26
2	REFERENCIAL TEÓRICO	27
2.1	CTS: uma crítica ao cientificismo na educação científica	27
2.2	Da investigação científica para a investigação científica-cultural	32
2.2.1	Investigação conceitual	34
2.2.2	Prática científica	37
2.2.3	Investigação cultural	39
3	METODOLOGIA	41
3.1	Natureza da pesquisa	41
3.2	Contexto da intervenção e participantes	42
3.3	Coleta e análise de dados	43
3.4	A sequência didática	46
3.4.1	Discutindo a sequência didática	58
3.5	Considerações éticas	60
4	RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS	62
4.1	Atitude em relação à Ciências	62
4.2	Práticas de cidadania	71
4.3	Análise das entrevistas	79
4.3.1	Tema 1: Ressignificação da disciplina e do aprendizado de Física	81
4.3.2	Tema 2: Ruptura do ensino tradicional	86
4.3.3	Tema 3: Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	87
4.3.4	Tema 4: Cidadania como valores éticos e convivência	90
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
5.1	Uma visão geral sobre a sequência didática: da superação do envolvimento ao desenvolvimento da percepção de cidadania	93
5.2	Síntese dos resultados da intervenção	95

REFERÊNCIAS	98
ANEXO A – QUESTIONÁRIO 1 – ATITUDES CIENTÍFICAS	104
ANEXO B – QUESTIONÁRIO 2 – PRÁTICAS DE CIDADANIA	106
ANEXO C – ANÁLISE TEMÁTICA DAS ENTREVISTAS	108

APRESENTAÇÃO

Os ruídos de uma trajetória e a escuta da cidadania

Escrever este memorial é um exercício de conectar pontos que antes pareciam dispersos. Minha trajetória não é fruto de um planejamento linear, mas de uma resistência sustentada pela curiosidade científica e pelas políticas públicas. Nascido no ano de 1992, cresci em um cenário onde estudar não era um passatempo, mas uma "vela no escuro" — para usar a metáfora de Carl Sagan, de quem sou entusiasta. Se hoje, em nível de mestrado, proponho uma investigação sobre a poluição sonora e a cidadania, é porque minha própria vida foi, desde cedo, um laboratório empírico dessas questões.

Minha infância foi moldada por realidades cruas. Aos nove anos, vivenciei o abandono paterno, o que levou minha família a ser acolhida na casa de meus avós maternos, onde oito pessoas dividiam o mesmo teto. Naquele ambiente, o ruído era a métrica do cotidiano: um rádio permanecia ligado 24 horas por dia, muitas vezes ultrapassando os limites sonoros que hoje, como físico, reconheço como insalubres. Aquele som constante era o refúgio de um tio com transtornos mentais, mas, para mim, representava o caos do qual eu tentava extrair algum silêncio para fazer as tarefas escolares.

Estudei sempre em instituições de ensino públicas e minha família dependeu de programas sociais para manter o básico naquela época. Nesse contexto, o jargão popular "o pobre só consegue algo através dos estudos" não era um clichê, mas a única estratégia de sobrevivência disponível. Foi essa necessidade latente que me fez tomar gosto pelos livros e pela compreensão da natureza. A educação foi o meu passaporte para o mundo.

Em 2010, ingressei no Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), a 68 km de onde vivia, no curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Acreditava que a área de tecnologia me daria segurança financeira imediata. No entanto, o fascínio pela Física, que já me acompanhava desde o ensino médio, falou mais alto. Decidi recomeçar e migrei para a Licenciatura em Física no mesmo campus. Durante a graduação, envolvi-me profundamente com a Astronomia, o que expandiu meus horizontes. Esse interesse me abriu as portas para a iniciação científica, garantindo uma bolsa que foi fundamental para a minha permanência na universidade.

Contudo, a trajetória acadêmica sofreu um revés. Em 2016, fui aprovado em segundo lugar no mestrado da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), mas vi o sonho ser interrompido pelo corte de bolsas que acompanhou o cenário de crise e transição política daquele ano. Sem recursos, retornei à minha cidade natal, desempregado. Mas os anos de

dedicação não foram em vão. Em 2017, fui aprovado em primeiro lugar no concurso do Estado, o que marcou o início da minha carreira docente e me deu a estabilidade necessária para atuar na minha própria comunidade.

Foi no chão da escola que as peças do meu projeto de pesquisa começaram a se encaixar. Percebi que a poluição sonora, da qual eu tentava "fugir" na infância, era uma constante nas salas de aula, nos pátios e nas ruas do entorno. Mais do que isso: percebi que ensinar Física apenas por meio de fórmulas matemáticas não ajudava meus alunos a lidarem com aquele ruído ensurdecedor da realidade. Lembrei-me novamente de Sagan em sua última entrevista, feita poucos meses antes de sua morte. Nela ele discute sobre seu livro *“O mundo assombrado pelos demônios”* e alerta sobre os perigos de uma sociedade ignorante em relação ao conhecimento científico. Segue o trecho de sua fala:

“[...] a ciência é muito mais do que um corpo de conhecimentos, é uma forma de pensar. Uma forma cética de interrogar o Universo com pleno entendimento da falibilidade humana. Se nós não formos capazes de fazer perguntas céticas, de interrogar aqueles que nos dizem que algo é verdade, de sermos céticos em relação aos detentores da autoridade, então estaremos à mercê do próximo charlatão, político ou religioso, que aparecer” (Sagan, 1996).

Então compreendi a necessidade de meus alunos usassem a Física para interrogar o mundo, para não ficarem à mercê do conformismo ou de charlatões. Para alcançar esse objetivo, compreendi que precisava de mais bagagem teórica e de novas metodologias que dessem sentido prático ao conhecimento físico. Essa necessidade de trazer criticidade a sala de aula me impulsionou a buscar o mestrado profissional. O retorno à universidade em 2024 foi o divisor de águas: foi nas disciplinas do curso e no diálogo com meu orientador que encontrei o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e o referencial teórico-metodológico da investigação científica-cultural. Assim, a jornada durante a pós-graduação amadureceu minha prática, dando a profundidade teórica que eu precisava para evidenciar aos meus alunos o papel vital do conhecimento científico nas tomadas de decisão que moldam a nossa sociedade

O projeto que aqui apresento, sobre a articulação entre a investigação científica-cultural e o enfoque CTS da poluição sonora, não é apenas um requisito acadêmico, é o fechamento de um ciclo. Começou com um rádio barulhento na casa dos meus avós e culminou na busca por ferramentas didáticas que transformem o incômodo em ação cidadã.

Olhando para as pegadas deixadas, vejo que minha história é um testemunho da importância da educação e políticas públicas, e também, da força de uma família que viu no

estudo a única via de transformação social. Não há vitimismo em reconhecer as dificuldades, mas há, sim, a afirmação de que a educação foi o caminho que escolhi para retribuir o investimento que a sociedade e minha família fez em mim. Sigo curioso, como o jovem que se maravilhava com o céu, mas agora munido das ferramentas teóricas e metodológicas para transformar essa curiosidade em um ensino emancipador, capaz de forjar cidadãos conscientes e donos de suas próprias vozes.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Ensino de física: das fórmulas vazias à cidadania

O ensino de Física na educação básica brasileira atravessa uma crise acentuada, marcada por desafios estruturais e por uma abordagem pedagógica predominantemente tradicional. Entre os problemas mais evidentes destacam-se a carência de professores habilitados, a redução da carga horária da disciplina e a quase inexistência de aulas contextualizadas (Moreira, 2018). O modelo tradicional de ensino é caracterizado por ser centrado na figura do professor e focado no treinamento para provas, onde o objetivo se desloca da compreensão da Física para a obtenção de “respostas corretas” (Moreira, 2018). Essa prática em sala de aula é reflexo de uma concepção de educação que se perpetua no sistema de ensino.

Segundo Rosa e Rosa (2007), permanece influente no ensino de Física uma visão de educação que valoriza a transmissão de conhecimento segundo uma abordagem focada em técnicas de produção, restringindo o aprendizado à mera reprodução. Conforme apontam os autores, tal situação provoca a alienação dos estudantes, que, por não terem contato com o processo de construção do saber, ficam limitados à condição de meros aplicadores de procedimentos. Tal cenário ecoa as observações feitas pelo físico Richard Feynman (1985) em seu livro *“Deve ser Brincadeira, Sr. Feynman!”*, no qual há um famoso relato sobre o período em que lecionou no Rio de Janeiro na década de 1950. O físico notou que os estudantes eram capazes de memorizar e recitar definições com exatidão, mas que ao serem questionados de uma forma que exigia raciocínio prático ou a aplicação em um contexto experimental, os mesmos alunos não conseguiam resolver os problemas. Essa observação o levou a concluir que o processo de aprendizagem se baseava na pura memorização, desprovido de raciocínio crítico.

O diagnóstico de Feynman, embora realizado há décadas, permanece atual e é corroborado por análises mais recentes do ensino de Física no país. Menezes (2009) descreve a persistência desse modelo como um atraso pedagógico, marcado pela fossilização dos conteúdos clássicos e pelo emprego de métodos anacrônicos. Essa abordagem tradicional é complementada por uma visão de ciência como um corpo de conhecimentos supostamente neutro e desvinculado dos contextos sociais nos quais se insere (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Corroborando essa descrição, Ortega e Mattos (2018) oferecem um diagnóstico mais analítico desse ensino tradicional, descrevendo-o como centrado no formalismo matemático e na resolução de exercícios. Para os autores, os estudantes são levados a manipular enunciados

vazios, i.e., aprendem a operar com a sintaxe das fórmulas e exercícios, mas sem apreender a semântica dos conceitos físicos envolvidos. Nesse quadro, o domínio das regras formais e procedimentais é a sintaxe, a “gramática” das equações que permite substituir valores e isolar variáveis mecanicamente. Em contrapartida, a semântica representa o conteúdo conceitual, o significado físico das grandezas e a conexão dos modelos com o mundo real. Segundo eles, essa dimensão é frequentemente negligenciada na escola.

A proliferação de recursos mnemônicos, como a famosa fórmula “sorvete” que trata da função horária da posição para o movimento uniforme ($s = s_0 + vt$), é apontada como um sintoma desse esvaziamento de significado, no qual a Física é reduzida a um conjunto de “truques” operacionais, que na ausência de uma compreensão mais profunda sobre os conceitos de posição, velocidade ou tempo, o estudante recorre a um atalho para aplicar a sintaxe da fórmula (Ortega; Mattos, 2018). Esses autores comparam a tal educação a um “adestramento” dos alunos. Tal método, embora eficaz para a aprovação em exames que exigem a resolução técnica de questões, mostra-se ineficaz para o uso do conhecimento em situações cotidianas.

O problema não reside apenas na forma de ensinar, mas também no conteúdo ensinado, que muitas vezes não dialoga com as transformações do mundo e com a realidade social dos estudantes. Esse distanciamento pode fazer com que os estudantes não percebam a relevância do conteúdo para suas vidas, gerando desinteresse e desmotivação (Camargo; Ferreira Camargo; Oliveira Souza, 2019).

Para compreender como ocorre essa desconexão entre o conhecimento escolar e a vivência cotidiana, recorreremos à metáfora do conhecimento “selvagem” e “domesticado” (Lago; Mattos; Camillo, 2023). Segundo os autores, o conhecimento selvagem refere-se aos conceitos tais como eles existem na “selva” das práticas sociais cotidianas: multifacetados, dinâmicos, carregados de sentidos e cujo aprendizado não é intencional ou deliberado. Por sua vez, ao ser introduzido na escola, esse conhecimento passa por um processo de institucionalização e formalização para atender ao currículo, tornando-se assim “domesticado”. Nesse processo, o conceito perde seus sentidos históricos e sociais. Os autores citam como exemplo o conceito de Lua: na selva da cultura humana, ela é permeada por diversos sentidos (mítico, fertilidade, organizadora de tempo e atividades, objeto de disputa política e militar, estético, afetivo, saúde mental); contudo, na escola, a Lua muitas vezes é reduzida a diagramas planos e cálculos de órbita que parecem não ter relação com o astro que o aluno vê no céu.

Como consequência dessa domesticação, os conteúdos são apresentados como produtos prontos e fragmentados, destinados apenas ao sucesso em avaliações formais, o que impede o estudante de mobilizar esses conceitos para interpretar fenômenos ou intervir em problemas de

sua própria realidade (Lago; Mattos; Camillo, 2023). A este cenário de isolamento da escola com o mundo que Engeström (1991) dá o nome de envelopamento escolar. O termo retrata uma escola fechada nela mesma, onde o conhecimento se torna vazio de significado prático, rompendo definitivamente os laços entre o que se aprende na sala de aula e o mundo externo do aluno.

Este trabalho, então, surge a partir da necessidade de levar o conhecimento científico da sala de aula para o mundo externo do aluno. Mobilizar esse conhecimento é importante porque questões complexas de ordem social, ambiental e sanitária, como as mudanças climáticas, o debate sobre matrizes energéticas ou as crises de saúde pública, são cada vez mais atravessadas por conhecimentos científicos e tecnológicos (Conrado; Nunes-Neto, 2018).

Nesse contexto, ao ser estimulado a investigar o mundo ao seu redor, o aluno se depara com o mundo científico-cultural no qual a participação não significa apenas acumular informações, mas exige a capacidade de atuar politicamente na sua própria comunidade, tomando parte em debates e processos de decisão coletiva sobre temas sociocientíficos (Aikenhead, 2003). Para tanto, é importante que os indivíduos possuam uma formação que lhes permita analisar criticamente a realidade e posicionar-se de forma fundamentada. Um ensino de Física focado meramente na reprodução de fórmulas, como no modelo tradicional, mostra-se inadequado para esse fim. Para superar essa visão, busca-se por novas abordagens pedagógicas que preparem os estudantes para a vida em uma sociedade democrática e tecnocientífica¹, transformando o ensino de ciências em um exercício de cidadania.

1.2 Cidadania

A relação entre o ensino de ciências e a formação cidadã é um dos temas da educação contemporânea, em que muitos trabalhos defendem a necessidade de formar indivíduos críticos, reflexivos e engajados nas questões sociocientíficas (Pinhão; Martins, 2016).

O conceito de cidadania tem natureza polissêmica (Rosa; Lima; Calvacanti, 2023) e não pode ser compreendido de forma isolada, pois está intrinsecamente atrelado a uma reflexão

¹ Conforme explicam Castelfranchi e Fernandes (2015), o termo “tecnocientífica” não deve ser entendido como uma simples fusão ou hibridação da Ciência com a Tecnologia. Em vez disso, o conceito é utilizado para descrever a complexa e inseparável interação entre a tecnologia, a ciência e os interesses econômicos e políticos que as moldam. Um novo medicamento, por exemplo, ilustra bem esse cenário, pois envolve não apenas a pesquisa científica e a sua fabricação tecnológica, mas também as patentes registradas sob a lógica do capitalismo para garantir lucro e exclusividade. Dessa forma, o conceito ressalta que a tecnologia nunca é neutra, sendo constantemente moldada por tais interesses e pela forma como o conhecimento é produzido e controlado.

sobre como uma sociedade se organiza, constrói sua identidade histórica e projeta seu futuro (Toti; Pierson; Silva, 2009). Pinhão e Martins (2016) exploram essa polissemia ao apresentar cinco concepções distintas de cidadania: a concepção *liberal clássica* estrutura-se na ideia de direitos universais que garantem uma igualdade formal perante a lei, em contrapartida, o modelo *republicano* enfatiza o pertencimento a uma comunidade e a participação política ativa orientada por valores cívicos. O modelo *procedimentalista* foca na legitimação das decisões por meio de procedimentos comunicativos racionais na esfera pública, o debate contemporâneo incorpora também o modelo *liberal multicultural*, que defende uma cidadania diferenciada ao reconhecer direitos específicos para grupos minoritários, e, por fim, o modelo *participativo*, que propõe uma renovação democrática ao conciliar a democracia representativa com a participativa, valorizando a diversidade de saberes para além do conhecimento puramente científico.

Evidenciando seu caráter dinâmico, o conceito de cidadania se modificou através dos tempos, refletindo as estruturas de poder, os arranjos sociais e as lutas políticas de cada época, desde a antiguidade até a atualidade. Historicamente, como conta Filho e Neto (2001), cidadania tem seu berço na Grécia antiga como um privilégio restrito e excludente à participação política direta para uma pequena parcela da população, como homens livres e proprietários. Posteriormente, com a expansão do Império Romano, essa noção se transformou, deixando de ser focada na participação direta para se tornar um estatuto jurídico mais abrangente, frequentemente utilizado como instrumento de integração dos povos conquistados. Durante a Idade Média, o conceito foi praticamente esvaziado com a ascensão do feudalismo, que substituiu a figura do cidadão pela do súdito, cuja lealdade se deslocava do Estado para o senhor feudal. A noção de cidadania só ressurgiria com força na Idade Moderna, impulsionada pelas lutas da burguesia e pela filosofia do Iluminismo, que a associou à ideia de direitos naturais inerentes a todos os indivíduos.

É nesse contexto que se desenvolve a concepção contemporânea de cidadania, mais tarde sistematizada pelo sociólogo britânico Thomas Humphrey Marshall. Para ele, o conceito de cidadania está atrelado a um *status* concedido àqueles que são membros plenos de uma sociedade, sendo iguais em relação aos direitos e deveres. Esse *status* está associado a uma igualdade humana básica que permite a participação integral na comunidade e sendo dividida em três elementos: civil, política e social (Marshall, 1967).

A concepção de Marshall encontrou forte ressonância no campo da Educação em Ciências, especialmente a partir das discussões do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Essa perspectiva defende uma educação que supere a mera transmissão de conceitos e

prepare os estudantes para a tomada de decisão em questões sociocientíficas, sendo a formação para a cidadania uma de suas finalidades centrais (Kreuger; Ramos, 2017; Toti; Pierson; Silva, 2009). Embora existam diferentes compreensões sobre como essa cidadania deve ser promovida, há um consenso na área sobre a necessidade de uma educação científica comprometida com a emancipação dos sujeitos e sua participação social (Antunes Júnior; Cavalcanti; Ostermann, 2021). Esse debate acadêmico, por sua vez, reverbera nos documentos e políticas educacionais que orientam o ensino no país.

Embora a educação não seja a única responsável pelas dinâmicas sociais, seu papel na formação cidadã é destacado em inúmeros documentos. A Constituição de 1988, marco da nossa democracia, determina que um dos objetivos da educação deve visar a cidadania. Esse mesmo princípio norteia outras leis essenciais, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e documentos de caráter normativo como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que reiteram tal propósito para as mais diversas áreas, inclusive para as Ciências Naturais (Rosa; Lima; Calvacanti, 2023). Antunes Júnior, Cavalcanti e Ostermann (2021) argumentam que a BNCC, embora seja um documento mais recente, essencialmente repete muitas das vozes e perspectivas já presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), publicados cerca de vinte anos antes. Os autores citam que tanto a BNCC quanto os PCN, apesar de mencionarem a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, acabam por não superar uma visão de neutralidade do conhecimento científico e tecnológico. Os autores identificam que a BNCC veicula uma perspectiva considerada “ingênua” sobre a interação CTS, reforçando o mito de que o desenvolvimento científico resulta, invariavelmente, em desenvolvimento tecnológico e bem-estar social.

O conhecimento científico contribui para a formação de cidadãos na sociedade ao transcender a mera acumulação de conceitos e fórmulas e se tornar uma ferramenta para a ação cívica e a participação democrática. Contudo, o modelo tradicional de educação científica, que Roth e McGinn (1997) descrevem como “esforço propedêutico” para formar futuros especialistas, frequentemente falha em atingir esse objetivo ao tratar o conhecimento como informação descontextualizada. O resultado é uma cidadania incapaz de se engajar criticamente em debates públicos sobre tecnologia, saúde ou meio ambiente, perpetuando assim uma separação quase intransponível entre o saber especializado e a prática cidadã.

Uma contribuição do conhecimento científico para a cidadania emerge de uma reconceitualização do processo de ensino-aprendizado, em que o saber passa a não ser mais adquirido passivamente, mas construído ativamente por meio do engajamento em práticas que imitam ou se inserem em contextos reais de investigação (Roth; McGinn, 1997). Para a

formação do cidadão, isso implica “desinstitucionalizar” a ciência escolar, levando-a para além dos muros da sala de aula e inserindo-a em contextos comunitários. A contribuição para a cidadania materializa-se quando os estudantes participam de projetos reais com o engajamento em ações que visem o bem-estar social da comunidade. Nesse processo, o conhecimento científico deixa de ser um fim em si mesmo e se torna um meio para a compreensão e resolução de problemas concretos, desenvolvendo competências para avaliar evidências, questionar autoridades científicas e construir argumentos fundamentados para a participação em debates públicos. Dessa forma, o conhecimento científico empodera o cidadão para que ele se torne um ator crítico e participativo na esfera pública.

Como demonstram Roth e McGinn (1997) ao citar o exemplo de ativistas que, mesmo sem formação acadêmica formal, apropriaram-se do conhecimento científico para influenciar pesquisas médicas e políticas públicas sobre o tratamento da AIDS, ou ainda, o caso de ativismo ambiental no qual cidadãos questionaram explicitamente os dados científicos utilizados para justificar a transformação de uma área de preservação em um sistema de contenção de esgoto para um campo de golfe e condomínios. Ao apontarem falhas nas projeções sobre os níveis de água e os impactos negativos no lençol freático e na biodiversidade local, esses cidadãos conseguiram a revogação da licença do projeto. Esses exemplos evidenciam que a avaliação da validade científica não é uma prerrogativa exclusiva de especialistas, mas uma prática social que pode ser exercida por qualquer indivíduo engajado na defesa de interesses coletivos. Em última análise, a perspectiva de ensino trazida por Roth e McGinn (1997) transcende a formação de um espectador passivo, ao integrar a alfabetização científica à prática social. Ao invés de apenas informar, o ensino de ciências passa a ser um instrumento de intervenção na realidade, permitindo que o estudante transite da compreensão teórica para a ação coletiva, conforme defendido por Roth e McGinn (1997) ao proporem a desinstitucionalização da ciência escolar.

Um ponto a ser considerado é que a formação para a cidadania no ensino de ciências pode ser viabilizada por meio de “espaços de consulta”, ideia defendida por Coutinho; Figueiredo e Silva (2016). Segundo estes autores, tais espaços constituem redes formadas por atores humanos e não-humanos, nas quais se confrontam a atividade de pesquisa científica e a tomada de decisão política sobre problemas complexos que não possuem uma solução técnica única e que exigem o debate público. Nesse sentido, esses espaços são compreendidos como atividades pedagógicas estruturadas no cotidiano escolar e na sala de aula, funcionando como locais de experiências democráticas que mobilizam os estudantes para a participação, debate e análise sobre questões sociocientíficas. Nesta visão, o professor organiza atividades que mobilizam a participação e a deliberação democrática sobre questões sem consenso, permitindo

aos estudantes: i) compreenderem os riscos e incertezas da tecnociência, ii) desenvolverem a percepção de si mesmos como cidadãos na deliberação sobre problemas, e iii) construir uma orientação por valores democráticos na busca por soluções. Martins e Medeiros (2019) reforçam a importância do ensino de Ciências para o desenvolvimento da identidade, autonomia e emancipação política dos estudantes. Por emancipação política, os autores compreendem a capacidade do estudante de superar a passividade, tornando-se um sujeito consciente de seu papel social, capaz de exercer seus direitos e deveres e de intervir criticamente na realidade para transformá-la. Para tanto, o autor defende a necessidade de se valorizar a construção de atitudes, além dos conteúdos factuais, conceituais e procedimentais.

Contudo, para planejar uma ação pedagógica que vise esse engajamento, é necessário compreender que o conceito de "cidadão" pode ser construído segundo diferentes perfis de atuação. Por exemplo, a proposta de Rosa, Lima e Calvacanti (2023) descreve três modelos idealizados que dialogam com as concepções apresentadas anteriormente por Pinhão e Martins (2016). O primeiro é o *cidadão individualmente responsável*, que se relaciona com a concepção *liberal clássica*, este modelo foca nas liberdades, nos direitos individuais, e na atuação na esfera pessoal, utilizando o conhecimento científico para qualificar suas decisões diárias e cumprir seus deveres. Um exemplo é a capacidade de avaliar informações a partir de fontes de divulgação científica e decidir se deve adquirir um alimento com agrotóxico ou um oriundo de uma horta orgânica local. Sendo assim, este indivíduo tem consciência de suas ações, mas sua atuação raramente transcende a sua “bolha” ou questiona as estruturas sociais. O segundo perfil é o *cidadão participativo*, que se aproxima do *modelo republicano* e desloca o foco do indivíduo para a coletividade e bem comum. Nesta perspectiva, o ensino de ciências contribui para a cidadania ao fornecer subsídios para que o sujeito participe da tomada de decisões coletivas na comunidade. Este sujeito se caracteriza pela busca por soluções para problemas locais, pelo engajamento em projetos coletivos de bem-estar social, pela participação em fóruns comunitários e pela manifestação de sua opinião sobre questões sociocientíficas. Por fim, o terceiro perfil é o *cidadão orientado para a justiça social*, que dialoga com o *modelo participativo*. Diferentemente dos anteriores, este cidadão busca identificar as causas estruturais (econômicas e políticas) dos problemas, questionando a origem das desigualdades e buscando a superação das opressões que reproduzem essas injustiças. A título de exemplo, tal indivíduo, embora economize água e participe de campanhas de abastecimento local, compreende que a maior fonte de escassez hídrica está no consumo promovido pelas cadeias produtivas. Consequentemente, sua atuação foca menos em atitudes individuais de alcance limitado e mais

na participação em movimentos sociais e projetos que visam a mudanças sistêmicas na sociedade.

Grosso modo, os modelos discutidos por Rosa, Lima e Calvacanti (2023) apontam para três dimensões de atuação dos sujeitos em relação às práticas cidadãs, tendo o conhecimento científico como base para compreensão de um problema social e ferramenta para investigação e análise crítica. Relacionando a tipologia acima com o tema desta pesquisa, a atuação de um cidadão preocupado com a poluição se manifestaria nos três modelos da seguinte forma:

1. Indivíduo: o sujeito desenvolve uma consciência sobre as consequências de suas próprias ações; por exemplo, compreendendo como a exposição a volumes elevados prejudica sua saúde auditiva e o bem-estar com base nos conhecimentos sobre ondas, acústica e o corpo humano.

2. Coletivo: o indivíduo avança para a ação coletiva ao utilizar o conhecimento e os métodos da investigação para transcender a esfera pessoal e analisar um problema da comunidade. Por exemplo, organizando-se juntamente com seus pares para medir os níveis de ruído, construir um mapa sonoro e usar os dados como evidência para exigir ações concretas em fóruns cívicos.

3. Justiça social: por meio de uma análise crítica sobre o problema, este indivíduo percebe que a poluição sonora não é distribuída de forma igualitária, mas reflete desigualdades socioeconômicas quando se observa, por exemplo, que bairros considerados nobres não exibem níveis de ruído prejudiciais à saúde. A partir da configuração de um quadro de injustiça ambiental, sua atuação não é apenas pela diminuição do ruído sonoro, mas por equidade, estendendo-se à denúncia das políticas urbanas excludentes e à mobilização para a reestruturação do planejamento urbano. Esse cidadão compreende que a solução não reside apenas em medidas paliativas, mas na pressão coletiva sobre o Estado para que garanta condições de vida saudáveis e dignas para todos, independentemente da classe social. Aqui temos uma compreensão mais complexa e crítica do problema social e do papel mais limitado do conhecimento científico em sua solução.

Em suma, a formação de um cidadão capaz de lidar com as complexidades do mundo contemporâneo exige mais do que ações individuais, participação pontual ou crítica desvinculada da ação coletiva. Uma proposta de ensino de ciências para cidadania deve ter o letramento científico como base para uma atuação que integra a responsabilidade pessoal, o engajamento comunitário e a busca por justiça social. Nesse sentido, a proposição de uma atividade escolar de se investigar a poluição sonora na comunidade e levar os dados e

conclusões à esfera do poder público pode ser vista como a materialização de uma formação para a cidadania participativa. Ao formar cidadãos com essa perspectiva, o ensino de ciências transcende seu papel tradicional e se firma como uma ferramenta para o fortalecimento da democracia e para a construção de uma sociedade mais justa e equitativa.

1.3 A presente pesquisa

Esta dissertação investiga o potencial pedagógico da poluição sonora como um problema sociocientífico real para a promoção de atitudes científicas e práticas cidadãs nos estudantes. A poluição sonora, embora frequentemente negligenciada, compromete severamente o processo de ensino-aprendizagem e a saúde de professores e alunos (Eniz, 2004; Sakata; Dourado; Brocchi, 2020). Como citado por Eniz (2004), o ruído atua mais do que um incômodo, mas como um “inimigo invisível” que ao degradar a inteligibilidade da fala e a concentração, impõe barreiras ao desenvolvimento cognitivo e à qualidade de vida. Diante desse cenário, a pesquisa propõe uma intervenção pedagógica que articula o conhecimento científico a um problema social da realidade concreta dos estudantes, visando analisar se o engajamento na investigação de um problema real pode promover mudanças nas percepções dos alunos sobre a ciência e o exercício da cidadania.

Para fundamentar e estruturar a proposta pedagógica, o referencial teórico será desenvolvido a partir de dois eixos: o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a investigação científica-cultural (Lago; Ortega; Mattos, 2019). Esta dissertação foi desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGECEM), Mestrado Profissional, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na área de concentração Práticas Pedagógicas e Formação Docente, vinculada à Linha de Pesquisa Processos de Ensino e Aprendizagem e ao Macroprojeto Processos de Ensino e Aprendizagem em Ciências (Física e Química) e Matemática. Como Produção Técnico-Tecnológica decorrente desta investigação, foi elaborado o Produto Educacional intitulado “SOM, CIDADE E CIDADANIA”, classificado na tipologia PTT1 — Material didático/instrucional, entregue como documento independente, em formato de e-book, na Coleção Práticas Pedagógicas e Formação Docente do Selo Editorial do PPGECEM/UFLA.

A intervenção escolar consiste em uma sequência didática sobre poluição sonora, desenhada para mobilizar os estudantes na investigação de sua própria comunidade. A proposta busca integrar a análise conceitual, a prática científica e a investigação cultural, permitindo que

os alunos transitam da compreensão estritamente científica para a análise e ação prática em seu cotidiano (Lago; Ortega; Mattos, 2019), percebendo a Física (e outras disciplinas) como uma ferramenta de intervenção e levando os alunos a refletirem sobre o seu papel como cidadão.

Nesse contexto, a pergunta que norteia este estudo é: em que medida o uso de uma sequência didática fundamentada no enfoque CTS e articulada com a investigação científica-cultural influencia as percepções dos estudantes sobre suas atitudes científicas e o exercício da cidadania?

1.3.1 Objetivos

Este trabalho elabora, implementa e analisa uma proposta didática sobre poluição sonora baseada na investigação científica-cultural e articulada com o enfoque CTS buscando avaliar em que medida pode promover a cidadania e atitudes positivas em relação à Ciência.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar e implementar uma sequência didática sobre poluição sonora que articule o enfoque CTS para o ensino de ciências com o referencial teórico-metodológico da investigação científica-cultural;
- Avaliar em que medida a participação dos alunos nas aulas da sequência didática promove uma mudança nas atitudes positivas em relação à Ciência;
- Avaliar em que medida a participação dos alunos nas aulas da sequência didática promove uma mudança na percepção de suas práticas de cidadania.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CTS: uma crítica ao cientificismo na educação científica

A pesquisa em ensino de ciências, nas últimas décadas, tem sido marcada pelo desenvolvimento de diferentes tendências teórico-metodológicas que buscam superar os modelos tradicionais (Marandino, 2002). Esse movimento impulsionou a promoção de diversos encontros e simpósios para pesquisadores e professores. Dentre as tendências de transformação do ensino de ciências, a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) destaca-se como um dos movimentos de renovação curricular e de pesquisa, que surge como uma crítica a um ensino de ciências percebido como abstrato, excessivamente disciplinar e desvinculado da realidade social, política e cultural dos estudantes (Marandino, 2002). A abordagem CTS tem como objetivo estabelecer as relações entre o conhecimento científico-tecnológico e seu contexto social. A origem desse movimento encontra-se nas profundas transformações e crises da segunda metade do século XX como fruto do agravamento dos problemas sociais e ambientais no pós-guerra: poluição, fome, falta de saneamento básico, guerras, dilemas éticos expostos pelos avanços tecnocientíficos e a frustração com a sociedade industrializada (Farias; Miranda; Pereira Filho, 2012; Teixeira, 2003). Essas questões alimentaram a necessidade de repensar as relações entre Ciência, Tecnologia e o bem-estar social. Ainda nesse contexto, o movimento CTS também canalizou a demanda por uma maior democratização do conhecimento, desafiando o controle das decisões por uma elite de especialistas e defendendo a participação cidadã nos debates públicos (Teixeira, 2003).

A persistência de uma visão de Ciência neutra e imparcial no ensino tradicional reflete um forte legado positivista (Camillo; Mattos, 2019). Essa abordagem promove uma crença redentora no progresso em que a Ciência e a Tecnologia seriam capazes de solucionar todas as mazelas humanas sem a necessidade de debates sociopolíticos (Teixeira, 2003). Esta visão limitada é fundamentada por um conceito linear de progresso, no qual se presume que o avanço científico resulta diretamente no avanço tecnológico, que, por sua vez, impulsiona o desenvolvimento econômico e culmina no bem-estar social (Auler; Delizoicov, 2015; Freitas; Queirós, 2020). A implicação direta dessa perspectiva é a formação de uma cidadania passiva, dependente (e distante) das decisões de uma elite técnica. O rápido desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico solidificou essa deferência, dando origem ao que se pode chamar de cientificismo: uma visão que coloca a Ciência e a Tecnologia com *status* de dogma

e provoca um distanciando da sociedade de uma participação democrática e reflexão crítica (Santos; Mortimer, 2000).

Um exemplo atual desse cientificismo acrítico pode ser visto na perspectiva educacional do STEM (acrônimo em inglês para Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), uma vertente que tem ganhado notoriedade em diversos espaços, sendo disseminada por políticas educacionais, publicações especializadas e materiais didáticos (Andrade; Teixeira, 2025). O STEM tem origem nos EUA como uma resposta à necessidade de capacitar profissionais qualificados para lidar com uma crise no mercado de trabalho e manter a competitividade econômica do país (Perales Palacios; Aguilera, 2020; Pugliese, 2021).

Além de estimular o raciocínio, a criatividade e a aplicação do conhecimento científico, oferecendo uma abordagem interdisciplinar e de resolução de problemas, a proposta STEM almeja despertar o interesse e aptidão dos estudantes para áreas estratégicas (Andrade; Teixeira, 2025). Contudo, em geral, quando se prioriza um ensino de viés tecnicista, acaba-se por reafirmar uma perspectiva de ciência neutra, fundamentada em princípios de racionalidade e eficiência. Dessa forma, ao focar em soluções técnicas e na formação para o mercado sem um debate aprofundado sobre suas finalidades sociais, a abordagem STEM, em sua vertente hegemônica, reforça tanto o ensino tecnicista quanto o ideal do cientificismo criticado anteriormente (Rodrigues; Camillo; De Mattos, 2023).

Esta crítica destaca a importância de uma educação que integre também uma reflexão crítica sobre o papel da Ciência e Tecnologia na sociedade (Farias; Miranda; Pereira Filho, 2012; Santos; Mortimer, 2000). A superação de uma visão ingênua e tecnocrática da Ciência exige uma perspectiva crítica, a qual, no contexto latino-americano, encontrou articulação com o pensamento de Paulo Freire e resultou no pensamento latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS). Paulo Freire concebia a educação como um ato político, cujo objetivo é capacitar os sujeitos para uma leitura crítica da realidade. Desse modo, para que as tomadas de decisão promovam a justiça social é preciso que as escolhas sobre Ciência e Tecnologia sejam democratizadas, envolvendo a comunidade em um processo de participação ativa e debate público (Freitas; Queirós, 2020). Conforme discutido por Auler e Delizoicov (2015), essa aproximação teórica confere um caráter contra-hegemônico ao inserir demandas sociais historicamente ignoradas na produção do conhecimento científico-tecnológico. A conexão entre os pressupostos freireanos e a abordagem CTS visa romper com a "cultura do silêncio", na qual os cidadãos são tratados como receptores passivos em vez de agentes históricos transformadores de sua própria realidade (Auler; Delizoicov, 2015; Freitas; Queirós, 2020).

Uma leitura dialética da abordagem CTS destaca que a relação entre Ciência-Tecnologia e Sociedade é uma via de mão dupla, na qual a Ciência-Tecnologia (CT) influencia a Sociedade (S), que, por sua vez, determina e molda o desenvolvimento científico-tecnológico. Isso ocorre porque os avanços científicos e seus produtos não são independentes dos interesses que os impulsionam, sendo influenciados por finalidades sociais, políticas, militares e econômicas (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007). Por essa razão, necessita-se de cautela no uso dos produtos da Ciência e Tecnologia, pois estes incorporam questões sociais, éticas e políticas. É preciso considerar que, por trás de grandes promessas de avanços tecnológicos, se escondem os lucros e interesses das classes dominantes.

Pinheiro, Siveira e Bazzo (2007) reforçam que para que a sociedade possa intervir criticamente na produção e aplicação do conhecimento científico, é preciso que os cidadãos tenham acesso não apenas aos produtos da ciência e tecnologia, mas desenvolvam a capacidade de compreender suas implicações, de modo a emitir juízos fundamentados sobre o uso dessas tecnologias e perceber que tais produtos não são neutros, definitivos ou absolutos. O enfoque CTS na educação científica traz justamente à tona a dimensão social do desenvolvimento científico-tecnológico, entendendo-o como um produto de fatores culturais, políticos e econômicos. O objetivo é promover uma postura investigativa e reflexiva, que permita ao estudante analisar o uso político e social do saber científico, integrando-o à sua realidade e às tomadas de decisão sobre questões sociocientíficas.

Para Santos e Mortimer (2000) nem todas as propostas curriculares de ensino CTS estão centradas nas inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Os autores identificam diferentes formas de organização dessas propostas, nas quais é atribuída uma proporção distinta entre o “conteúdo puro de ciências” e os temas CTS. A partir dessa análise, estabelecem um espectro de categorias para o ensino CTS, que variam conforme a prioridade dada ao conteúdo científico puro ou aos temas sociocientíficos. O Quadro 2.1, a seguir, detalha essas categorias que se organizam em uma escala que vai desde a ausência total de conteúdo CTS (categoria 1) até um ensino focado em temas CTS (última categoria).

Quadro 2.1 – Categorias de ensino de CTS e suas descrições.

Categorias	Descrição
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos e ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: Adaptado de Santos e Mortimer (2000)

As categorias de ensino CTS representam um espectro de abordagens, e embora nenhum modelo apresentado na tabela seja considerado o modelo real, Santos e Mortimer (2000) destacam as categorias três a seis como as mais comuns. Nesse contínuo, as propostas variam desde a primeira categoria com nenhum foco nos temas sociocientíficos, até a última, considerada radical por quase não abordar os conteúdos de ciências propriamente dito. Segundo os autores, diante dessa progressão, currículos alinhados às categorias mais avançadas (6, 7 e 8 por exemplo), poderiam ser aplicados no ensino de ciências para fomentar a interdisciplinaridade entre áreas do saber e promover a cidadania.

No entanto, a efetivação de tais propostas demanda o que Santos e Mortimer (2000) classificam como “projetos audaciosos”, os quais exigem um protagonismo docente que extrapola a mera execução de conteúdos programáticos. Diferente das abordagens tradicionais,

esses projetos requerem que o professor atue como um mediador de temas sociocientíficos complexos para os quais, em grande parte das vezes, não existem soluções prontas nos livros didáticos, demandando um alto grau de autonomia e engajamento intelectual na articulação entre a ciência e o contexto social. Para aprofundar o propósito do enfoque CTS, analisamos as seis vertentes discutidas por Conrado e Nunes-Neto (2018) e as críticas perante a elas, baseadas na classificação de Pedretti e Nazir (2011). Essas tendências organizam o campo de pesquisa e a prática pedagógica da seguinte forma:

- Vertente 1: foca na aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos na resolução de problemas sociais do cotidiano. A principal crítica a esta vertente, segundo os autores, reside no estímulo à ideia de que a ciência e a tecnologia são imprescindíveis para resolver problemas sociais, gerando uma dependência tecnológica no estudante e uma visão pouco crítica acerca dos problemas socioambientais.
- Vertente 2: destaca o aspecto histórico e sociocultural da ciência, conectando-a à compreensão da atividade científica no contexto social interno à própria ciência, ou seja, analisar as dinâmicas da comunidade científica, como as negociações, os consensos, a construção de teorias, as disputas de poder entre os cientistas. A crítica a essa vertente aponta que ela pode reforçar histórias “*mainstream*” - narrativas dominantes que apresentam a ciência como uma sucessão linear de descobertas heroicas e neutras -, mantendo-a desconexa de um contexto social mais amplo, como os problemas socioambientais.
- Vertente 3: prioriza o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico e argumentação científica. Contudo, é criticada por superestimar os aspectos epistemológicos, ou seja, o foco exclusivo na estrutura, nos métodos e na validade do conhecimento científico, em detrimento de emoções e valores humanos. Ao priorizar apenas a técnica científica, essa vertente pode reduzir a sensibilidade do estudante em relação a valores éticos e culturais, gerando uma forma de alienação em que o aluno domina a lógica do debate, mas permanece indiferente aos impactos reais da ciência na sociedade.
- Vertente 4: centra-se no reconhecimento de que a ciência é uma atividade carregada de valores - tais como honestidade intelectual, responsabilidade social, justiça, respeito à vida e sustentabilidade - enfatizando o desenvolvimento moral e ético do estudante. O objetivo é que o aluno aprenda a julgar dilemas sociocientíficos, superando a ideia de que qualquer prática é aceitável se for culturalmente justificada, em busca de critérios éticos mais amplos. As críticas a essa vertente apontam para a dificuldade de se

estabelecer um “consenso global de valores”, questionando se a educação científica deveria tentar impor uma moralidade universal ou respeitar a diversidade cultural.

- Vertente 5: enfatiza que a ciência e a tecnologia são partes integrantes da sociedade, profundamente conectadas às atividades políticas, econômicas e culturais. A crítica central a essa vertente reside no risco de uma “desvalorização do conhecimento científico”: ao tratar múltiplos contextos culturais como equivalentes em sala de aula, corre-se o risco de relativizar a ciência a ponto de ela ser vista apenas como uma narrativa cultural, perdendo sua especificidade e seu poder explicativo sobre o mundo natural.
- Vertente 6: Foca na formação de cidadãos ativistas, capazes de agir criticamente para transformar a sociedade em direção à justiça social e ambiental. As críticas a essa vertente apontam para o risco de uma relativização dos conceitos de “justo” e “correto”, que podem variar conforme o grupo social

A partir das categorizações acima, podemos nos perguntar como seria uma proposta didática voltada à formação de um cidadão participativo no contexto do ensino de Física. Argumentamos por uma ação didática embasada na categoria 6 de Santos e Mortimer (2000) e nas vertentes 1 e 5 de Conrado e Nunes-Neto (2018), entendendo que um salto para ações mais radicais (como as categorias 7 e 8 ou a vertente 6) é um desafio pedagógico complexo tanto para estudantes como professores pouco habituados a tais dinâmicas. Nesse sentido, a Categoria 6 e as vertente 1 e 5 oferecem um caminho de transição mais equilibrado: elas permitem a inserção de um tema sociocientífico e a análise crítica das estruturas políticas e econômicas da sociedade, sem, contudo, abdicar do ensino dos conceitos científicos. Essa estratégia visa promover uma mudança gradual na cultura escolar, evitando a resistência que propostas de ativismo direto ou de esvaziamento conceitual poderiam gerar em um contexto ainda marcado pela fragmentação do saber.

2.2 Da investigação científica para a investigação científica-cultural

Para materializar essa perspectiva em uma prática pedagógica, este trabalho adota como referencial teórico-metodológico de intervenção a *investigação científica-cultural* (ICC), proposta por Lago, Ortega e Mattos (2019). Inicialmente destacamos que a investigação científica-cultural parte do ensino por investigação, mas amplia o escopo da proposta ao avançar para a investigação dos aspectos culturais dos conceitos científicos – dos seus usos e circulação no cotidiano e na sociedade (Lago; Ortega; Mattos, 2019).

O ensino por investigação propicia aos estudantes oportunidades para se engajarem em práticas investigativas autênticas (Roth; McGinn, 1997) nas quais os alunos, partindo de um problema, são levados a formular hipóteses, realizar experimentos, coletar dados e analisar os resultados, em um processo que se assemelha ao trabalho científico (Azevedo, 2004). Nesse sentido, é importante criar condições para que os alunos elaborem e exponham suas ideias, mobilizem seus pensamentos e raciocínios, e construam assim o conhecimento científico (Carvalho, 2018).

O ensino de ciências por investigação pode ser classificado em cinco graus que definem a “liberdade intelectual” que o professor proporciona para seus alunos (Carvalho, 2018). O Quadro 2.2 ilustra um espectro que vai da ausência à máxima liberdade intelectual. O Grau 1 caracteriza um modelo diretivo, no qual não há inserção de práticas investigativas. Em oposição, o Grau 5 representa o ápice da autonomia do estudante, situação em que ele assume o protagonismo ao ser o responsável por propor o problema que guiará toda a investigação.

Quadro 2.2 – Quadro descritivo dos graus de liberdade em atividades investigativas.

Grau de liberdade	Característica principal	Papel do professor	Papel do aluno
Grau 1	Ensino diretivo (“receita de bolo”)	Apresenta o problema, as hipóteses, o plano de trabalho e as conclusões já conhecidas.	Apenas executa o receituário proposto, sem autonomia. Pode modificar os dados para “acertar” o resultado esperado.
Grau 2	Ensino diretivo (aberto e participativo)	Apresenta as hipóteses e o plano de trabalho, mas os discute com os alunos. A resposta que orienta a atividade ainda é a do professor.	É incentivado a pensar sobre o que está sendo proposto, mas ainda segue a orientação direta do professor.
Grau 3	Ensino por investigação	Propõe o problema, supervisiona a execução e retoma a discussão nas conclusões.	Assume a parte ativa do raciocínio. Discute as hipóteses com o professor e busca, por conta própria, como realizar a experiência.
Grau 4	Ensino por investigação (classe madura)	Propõe o problema, discute pontos específicos com os grupos quando solicitado e conduz a discussão final das conclusões para aprofundar a teoria.	Já acostumado a trabalhar em grupo, toma decisões para resolver os problemas propostos.
Grau 5	Investigação autônoma (raro em aulas regulares)	Atua como orientador ou mentor.	Escolhe e propõe o próprio problema a ser investigado

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Carvalho (2018).

A análise do quadro permite concluir que os graus de liberdade iniciais (1 e 2), caracterizam um ensino diretivo, centrado nas ações do professor. Nos graus intermediários (3 e 4), o aluno assume a parte ativa do raciocínio, e o professor passa a atuar como mediador do processo. No Grau 5, o protagonismo do estudante é maior, que propõe o problema a ser investigado.

Contudo, note que mesmo em um elevado grau de liberdade, a investigação pode ficar somente dentro dos elementos das Ciências Naturais, seus conceitos e procedimentos, aprendendo “coisas” da Ciências. Assim, pode-se argumentar que essa abordagem ainda persiste na tese do envelopamento escolar.

A investigação científica-cultural está ancorada na Teoria da Atividade (Engestrom, 1991), que compreende a aprendizagem como um processo socialmente mediado (Libâneo; Freitas, 2016). A atividade é compreendida como um sistema dinâmico que envolve a interação entre sujeito, objeto e instrumentos (ferramentas, signos, linguagem), que são mediados por regras, comunidade e divisão do trabalho (Engeström, 1991; Leontiev, 2021). Dessa maneira, a aprendizagem não se limita à internalização passiva de informações, mas requer a participação ativa do estudante na interação com seus pares e com os instrumentos de mediação para reconstruir o conhecimento (Lago; Mattos; Camillo, 2023).

A partir da Teoria da Atividade, a investigação científica-cultural integra três contextos de aprendizagem como forma de superar o envelopamento, a saber: a investigação conceitual, a prática científica e a investigação cultural.

2.2.1 Investigação conceitual

A investigação conceitual tem como objetivo central o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes. Este contexto se contrapõe aos modelos de ensino focados na memorização de fatos e na classificação de fenômenos, buscando, em vez disso, o desenvolvimento de uma compreensão sistêmica e profunda sobre o objeto de estudo. A proposta parte da diferenciação entre conhecimento empírico e conhecimento teórico (Davydov, 1988; Rubtsov, 1996).

O *conhecimento empírico* é o mais comum na prática escolar tradicional (Cedro; Moraes; Rosa, 2010). Ele se baseia na observação e na comparação de objetos e suas representações, buscando identificar propriedades comuns e formalmente gerais. Este tipo de conhecimento reflete apenas as propriedades exteriores dos objetos e se apoia em suas

representações concretas. A principal função do conhecimento empírico é a classificação, ou seja, situar objetos específicos dentro de uma determinada classe formal. A concretização do saber empírico ocorre pela apresentação de exemplos que se encaixam em uma classe, e seus resultados são geralmente fixados por meio de um termo, nome ou definição (Rubtsov, 1996). Essa abordagem não avança para a descoberta da essência ou da conexão interna dos fenômenos, tratando a aparência como a realidade final. A título de exemplo, imaginemos algumas frutas: a banana é amarela e comprida, a maçã é vermelha e redonda, a laranja é redonda e tem casca grossa. A partir da comparação das propriedades externas, você identifica e agrupa as frutas em categorias de acordo com a aparência dos objetos. Essa é característica do conhecimento empírico (Rubtsov, 1996).

No ensino tradicional, o conhecimento empírico manifesta-se na memorização de fórmulas e definições para a classificação de problemas e soluções. Para o leitor, pode parecer estranho dizer que uma fórmula matemática seja um conhecimento empírico, já que ela é, por natureza, uma abstração mental. Contudo, o problema reside no modo como essa fórmula é utilizada. No ensino tradicional, ela funciona apenas como um “carimbo”. O aluno observa o enunciado de um exercício, identifica palavras-chave como ‘distância’ ou ‘tempo’ e escolhe “carimbar” a fórmula que parece se encaixar, baseando-se apenas na aparência do problema. Assim, nesse contexto, o estudante sabe repetir o símbolo matemático, mas não compreende a lógica profunda ou a “teoria” que une aqueles conceitos. Ele opera com a equação como se fosse um manual de instruções mecânico, sem entender por que aquela relação existe na natureza ou se os valores que manuseia nas equações condizem com a realidade. Então, o conhecimento permanece no nível empírico porque o aluno está apenas classificando e organizando tarefas por semelhança, sem conseguir usar esse saber para explicar a complexidade do mundo real que o cerca.

O *conhecimento teórico*, por outro lado, tem como finalidade reproduzir a essência do objeto estudado (Davydov, 1988). Ele não se origina da comparação, mas da transformação dos objetos de estudo, permitindo refletir suas relações e conexões internas, superando as representações puramente sensoriais (Rubtsov, 1996). A proposta não busca o que é formalmente igual em uma classe de objetos, mas uma *célula-germe* (também chamada de núcleo ou abstrato) que serve como base para todas as suas outras manifestações (Davydov, 1988). A célula-germe é a unidade relacional mais simples e fundamental que contém a lógica para se compreender o sistema inteiro (Davydov, 1988). Por exemplo, Karl Marx encontra no valor da mercadoria a célula-germe da economia capitalista porque ela traz embebida nela

contradição entre o valor de troca e o valor de uso (Davydov, 1988). Assim, Marx explica fenômenos sociais complexos por meio de uma célula-germe.

No contexto do ensino escolar, a tarefa da investigação conceitual é guiar o aluno a descobrir essa célula-germe no objeto de estudo e levá-lo do pensamento empírico para o teórico. E o método para fazer isso é o que Davydov chama de *ascensão do abstrato ao concreto*.

Para compreender este método, é necessário esclarecer os sentidos para os termos concreto e abstrato. O ponto de partida de qualquer investigação é o concreto sensorial; fenômeno tal como ele se apresenta inicialmente aos nossos sentidos, na sua maioria caótica e cheia de detalhes (Davydov, 1988). É a nossa primeira observação do mundo, ainda sem a compreensão das leis ou teorias que o regem.

A partir dessa observação inicial, realiza-se um movimento de análise para isolar a relação mais simples e essencial que explica a origem daquele fenômeno; abstrato (ou a célula-germe). Contudo, o objetivo final do conhecimento não é permanecer na abstração, mas realizar o movimento de volta à realidade. O ponto de chegada é novamente o concreto, mas agora um concreto pensado, em que a compreensão do fenômeno em sua totalidade é agora articulada por meio de suas leis e conexões internas. Enquanto o concreto sensorial é uma visão superficial e imediata, o *concreto pensado* é a síntese de múltiplas relações, permitindo que o estudante compreenda a essência do objeto e como ele se manifesta na realidade complexa.

Por exemplo: imagine que você está observando a sombra de um poste em um dia de sol. De manhã, você vê que a sombra é longa e aponta para o oeste; ao meio-dia, a sombra é mais curta, quase debaixo do próprio poste; e no final da tarde, a sombra volta a ser longa, mas agora apontando para o leste. Todo esse conjunto de observações, a sombra mudando de tamanho e direção ao longo do dia é o concreto sensorial. Contudo, todas essas mudanças na sombra são causadas pelo princípio da óptica geométrica que afirma que a luz viaja em linha reta e é bloqueada por objetos opacos. A partir deste princípio, é possível deduzir um conjunto mínimo de relações que permite entender e prever o comportamento de qualquer sombra: a célula-germe. Esse conjunto é teórico porque é a “regra” essencial que isola todos os outros detalhes (se o objeto é um poste, uma árvore ou uma pessoa; se é de manhã ou de tarde). O pensamento teórico, portanto, não se baseia apenas na observação exterior dos objetos, mas na transformação deles para refletir suas ligações internas (Rubtsov, 1996). Por fim, tem-se o processo de ascensão ao concreto, isto é, o desenvolvimento do concreto pensado quando se retorna ao objeto anterior - o poste e suas sombras - agora como uma situação analítica mediada

pela compreensão teórica. Assim, temos um duplo movimento de análise e síntese, uma jornada de ida e volta:

1. Da observação do concreto à abstração: o processo começa com o fenômeno concreto sensorial, sendo a tarefa do aluno, com a ajuda do professor, para encontrar sua célula-germe (o abstrato).
2. Da abstração ao concreto pensado: uma vez que o aluno se apropria da célula-germe, ele usa esse princípio geral e abstrato para deduzir, construir e explicar as manifestações particulares do fenômeno inicial, se tornando um novo concreto; o concreto pensado.

De forma geral, o ponto de partida é sempre o concreto, um fenômeno que se apresenta à nossa observação inicial. O ponto de chegada é novamente o concreto, mas não o mesmo do início, agora é um concreto pensado; mediado (Davydov, 1988). O aluno não está mais apenas observando o fenômeno, mas compreendendo-o em sua totalidade, a partir de sua lógica interna. Por esse processo educacional, o ensino vai além da memorização e categorização de exemplos e promove a construção do pensamento teórico, no qual o aluno se apropria da essência dos conceitos e pode aplicá-los de forma criativa e autônoma (Cedro; Moraes; Rosa, 2010).

2.2.2 Prática científica

O ensino de ciências, em suas vertentes mais tradicionais, frequentemente se apoiou em uma concepção de ciência e de método científico que se mostrou insuficiente para dar conta da complexidade da produção do conhecimento e de sua contextualização com o mundo contemporâneo. Essa visão, muitas vezes reforçada pelo positivismo, apresenta a ciência como um conjunto de etapas rígidas e infalíveis à descoberta da verdade (Cardoso, 1972; Costa; Broietti, 2023). Configurou-se assim o “mito do método”, uma visão que reduz a atividade científica a uma técnica universal e neutra, aplicável a qualquer domínio do saber, desconsiderando o caráter dinâmico e socialmente construído do fazer científico (Cardoso, 1972). Esse modelo tradicional não apenas apresentava uma imagem distorcida da ciência, como também posicionava o aluno como um mero executor de roteiros, distanciando-o de uma investigação genuína.

Para superar essa limitação, o contexto da prática científica é entendido como um conjunto de normas, valores e formas de produzir, comunicar, avaliar e legitimar o conhecimento científico (Costa; Broietti, 2023). isto requer assumir que “a ciência não é apenas

conhecimento construído, mas também seus modos de fazer” sendo, portando, social (Silva; Sasseron, 2023). É importante salientar que a concepção de ensino de ciências como prática social não se confunde com uma formação voltada exclusivamente à formar cientistas, pelo contrário, essa abordagem fundamenta-se na necessidade de que os estudantes compreendam as dinâmicas da atividade científica, percebendo a presença desses saberes no cotidiano e as mútuas implicações entre ciência e sociedade. O objetivo central é permitir que o aluno reconheça os processos de construção, análise e legitimação que conferem validade ao conhecimento científico (Silva; Sasseron, 2023).

Ou seja, o contexto da prática científica incorpora os elementos do ensino por investigação ao considerar a ciência como uma prática social. Nessa perspectiva, a produção do conhecimento científico é compreendida como uma prática social não apenas por ocorrer coletivamente, mas fundamentalmente por ser regida por normas, regras e valores que condicionam a atividade, estimulando à crítica como elemento essencial para sua concretização. Assim, defende-se que esse caráter social da ciência seja levado para as salas de aula por meio da explicitação e da vivência, pelos estudantes, de processos investigativos que se assemelhem à investigação científica, possibilitando o entendimento tanto dos conceitos quanto da própria natureza da atividade científica (Silva *et al.*, 2022).

Essa imersão promove uma construção do conhecimento pela interação com o ambiente e a manipulação de instrumentos em uma aprendizagem situada. Ao se engajar em atividades da prática científica, os alunos desenvolvem habilidades de observação, mensuração, registro, análise, interpretação de dados e também negociações, essenciais para a compreensão de uma metodologia científica. Nesse processo, a prática científica contribui para a consolidação dos conceitos e modelos à medida que estes são elaborados na investigação conceitual.

Esse contexto considera a aprendizagem como um processo de participação contínua e cada vez mais central de um sujeito em práticas sociais, tal como ocorre em comunidades de práticas (Lave; Wenger, 1991). Engeström (1991) utiliza esse contexto para propor que o ensino simule a própria atividade da comunidade de especialistas, cujo objetivo não seja replicar a comunidade em si - que seria impossível - mas suas práticas essenciais. Por isso, e para enfatizar o engajamento dos estudantes com os processos de construção do conhecimento científico, denominou-se esse contexto de aprendizagem de prática científica reforçando a visão da prática social.

Em suma, o contexto da prática científica articula a investigação conceitual com os conteúdos procedimental e atitudinal contextualizados da Ciência. Ao fazer isso, os estudantes não apenas aprendem *sobre* ciência, mas aprendem a *fazer ciência*, desenvolvendo habilidades

de investigação, análise e argumentação. Em outras palavras, este contexto de aprendizagem promove a imersão dos estudantes nas práticas de produção de conhecimento, dos procedimentos e dos instrumentos que caracterizam a atividade científica (Lago; Ortega; Mattos, 2019; Sasseron; Machado, 2017).

2.2.3 Investigação cultural

O contexto da investigação cultural é fundamentado pela *aprendizagem expansiva* (Engeström, 1991, 2015) e ocorre quando um coletivo de sujeitos constroem e implementam um novo objeto e conceito para sua atividade ao enfrentarem as contradições internas dela. Por exemplo, no caso dos cuidados domiciliares conduzidos pela secretaria municipal de saúde de Helsínki (na Finlândia), a atividade expansiva foi desencadeada pela tensão entre um sistema focado em tarefas rotineiras e burocráticas e a necessidade real de lidar com problemas complexos dos idosos, como a demência e o isolamento social (Engeström; Sannino, 2010). O objeto nesse contexto deixou de ser a execução de uma lista de “tarefas domésticas padrão” e expandiu-se para “cuidado negociado”, um novo conceito onde pacientes e profissionais planejam e monitoram juntos a trajetória do cuidado, dando autonomia para o idoso.

A aprendizagem expansiva é um processo coletivo que constrói novos conhecimentos e novas práticas, transformando tanto o objeto quanto o contexto da própria aprendizagem. A transposição da aprendizagem expansiva para o caso escolar não é direta, mas Engeström (1991) sugere a implementação de tarefas didáticas as quais investiguem e critiquem a próprias práticas da atividade ensino-aprendizagem em curso, por exemplo, questionando o currículo, os materiais didáticos ou as avaliações. Nesta perspectiva, a aprendizagem é entendida como um processo de produção de conhecimentos e práticas que permite aos sujeitos transformarem sua própria atividade - no caso deste estudo, a transição de uma prática escolar tradicional e passiva para uma atividade investigativa sociopolítica - (Engeström; Sannino, 2010).

Tendo a aprendizagem como foco, a *investigação cultural* tem a função de superar o envelopamento escolar que limita o conhecimento dentro da disciplina. Dessa forma, ao investigar um problema da realidade como a poluição sonora, a investigação cultural busca problematizar a natureza "selvagem" do tema - o ruído como um problema de saúde, fonte de conflito comunitário e reflexo de desigualdades urbanas - e articulá-lo ao conhecimento "domesticado" da Física (Acústica e Ondulatória). Portanto, ela assume um papel crítico ao analisar o tema através dos domínios sociais propostos por (Aikenhead, 1985): o domínio jurídico (leis e normas), o econômico (interesses industriais e urbanos) e o ético-político

(tomada de decisão coletiva). Assim, os estudantes deixam de ser consumidores de definições da Física para se tornarem investigadores e agentes participantes da/na complexidade social, compreendendo a poluição sonora não é apenas um fenômeno físico de ondas e decibéis, mas um problema que exige o reconhecimento das tensões e conflitos de interesses presentes na vida real (Aikenhead, 1985).

O termo cultura pode ser aqui entendido de forma bastante ampla, como o conjunto de todas as obras da humanidade em todos os tempos, tais como crenças, valores, costumes, linguagens e práticas que caracterizam um grupo social (Pino [Sirgado], 2002). Segundo Vygotsky (1997, p. 106); “a cultura é tanto um produto da vida social quanto da atividade social do homem”. Enquanto o social é considerado – dialeticamente – a condição e o resultado do aparecimento da cultura (Sirgado, 2000), a cultura é o conjunto dos produtos humanos (Pino [Sirgado], 2002). Assim, uma investigação cultural do conhecimento científico pode ser entendida como uma análise do seu papel dentro das dinâmicas sociais, políticas e econômicas, que são algumas das principais produções culturais que caracterizam uma sociedade. Como resultado, tem-se, em certa medida, um "cruzamento de fronteiras" entre a cultura da Ciência e ciência escolar e a cultura dos alunos e da sociedade (Crepalde; Aguiar Jr, 2014).

3 METODOLOGIA

3.1 Natureza da pesquisa

Esta investigação fundamenta-se em uma abordagem de métodos mistos (quantitativa). A opção por essa modelagem justifica-se pelo fato de que fenômenos como a percepção dos discentes acerca da prática científica ou a ocorrência de mudanças em suas atitudes frente à Ciência carregam intrínseca subjetividade. Dessa forma, a introdução de uma ferramenta quantitativa e padronizada viabiliza a verificação estatística da tendência e da magnitude das respostas, permitindo constatar cientificamente para qual direção os dados caminham. Sob essa perspectiva dialética, o tratamento numérico atua de forma complementar, fornecendo subsídios objetivos que atestam se as percepções do grupo convergem com as inferências extraídas a partir da análise qualitativa das entrevistas. Na área da educação, essa abordagem pode orientar o pesquisador a identificar padrões e contradições que auxiliam na explicação das situações observadas nas práticas pedagógicas, tanto no espaço da sala de aula quanto em suas ramificações na comunidade (Coimbra; Martins, 2014).

O caminho escolhido para esta pesquisa é o estudo de caso de caráter exploratório. O estudo de caso é definido como uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo em seu contexto da vida real, essa escolha é ideal para explicar questões do tipo “como” e “por que” certos fatos acontecem em seu ambiente natural (Peixoto, 2019; Yin, 2001). O caráter exploratório cumpre aqui o papel de mapeamento inicial das contradições e dados imediatos da realidade escolar. Na perspectiva de Engeström, esse levantamento preliminar fornece as informações isoladas que, ao serem confrontadas e aprofundadas pela análise teórica e pelas ações dos sujeitos, permitem superar a descrição superficial e ascender à compreensão concreta do fenômeno em sua totalidade (Coimbra; Martins, 2014; Engeström; Sannino, 2010).

O foco empírico da investigação materializa-se na coleta de dados empíricos por diferentes instrumentos, viabilizando o procedimento de triangulação. Segundo Yin (2016), essa prática é fundamental para conferir validade interna ao estudo, pois permite verificar se as convergências e divergências entre os depoimentos obtidos e as respostas dos questionários estruturados apontam para a mesma direção, elevando o rigor e a confiabilidade dos resultados finais.

Por fim, o pesquisador assume o papel de instrumento-chave na coleta de dados, atuando como observador participante imerso no contexto escolar. Dada a familiaridade com o ambiente da pesquisa, o pesquisador deve manter uma postura atenta e questionadora sobre sua própria

visão de mundo e interferências durante todo o processo. O objetivo desse esforço é garantir que as conclusões do trabalho sejam construídas com validade e rigor científico necessário que uma pesquisa científica exige.

3.2 Contexto da intervenção e participantes

A pesquisa foi desenvolvida em um município do interior de Minas Gerais, localizado na região do Alto São Francisco, com uma população aproximada de 20.000 habitantes. A economia local baseia-se principalmente no setor agropecuário e de serviços. O local da intervenção é uma escola pública da rede estadual que atende cerca de 600 alunos. A estrutura física conta com 15 salas de aula, onde as atividades ocorrem nos turnos da manhã, tarde e noite. A instituição oferece desde o segundo ciclo do ensino fundamental até o ensino médio, além da modalidade de educação de jovens e adultos.

Por questões de ética e transparência, os nomes reais da cidade, da escola e dos participantes foram mantidos em sigilo. Essa postura garante a confiabilidade dos participantes no processo e protege a identidade dos envolvidos, permitindo que a análise se concentre nas práticas e interações observadas no cotidiano escolar. O pesquisador atua como professor efetivo há oito anos, o que facilitou o acesso ao campo e a imersão necessária para desvelar os sentidos construídos pelos alunos durante o projeto.

O primeiro passo consistiu na apresentação da proposta didática à direção da escola, que autorizou a sua realização. A escola é conhecida na comunidade por promover atividades que envolvem os alunos e a comunidade, tais como feiras literárias, feiras de ciências e feiras de conhecimento matemático. Na ocasião, foi detalhado a diretora a sequência didática aula-por-aula a ser implementada durante os meses de abril, maio e duas primeiras semanas de junho de 2025.

Dada a natureza interdisciplinar do projeto, a direção indicou os professores das áreas de Matemática, Geografia, História e Português para uma possível colaboração, que foi inicialmente acordada por todos. Contudo, por motivos pessoais, a professora de Português não pôde participar durante o período de aplicação, e sua aula ficou a cargo do professor-pesquisador responsável pelo projeto, que é formado em Física e tem, até a presente data de escrita deste texto (fevereiro de 2026), nove anos de experiência em sala de aula.

A seleção dos participantes foi direcionada aos alunos do 2º ano do Ensino Médio, considerando que o tema de ondulatória e acústica integra o currículo de Física desta etapa. O processo de seleção dos voluntários baseou-se em dois critérios principais: (i) o interesse e a

motivação para o tema, avaliados por meio de uma carta de intenção escrita pelos estudantes; e (ii) a assiduidade escolar, verificada junto à direção para garantir a continuidade da participação ao longo dos dois meses e meio de intervenção. A partir desses critérios, foram selecionados 20 estudantes para compor o grupo inicial.

Cabe ressaltar que apesar da intervenção ter iniciado com o grupo de 20 estudantes voluntários, ao longo do processo, ocorreram sete desistências, motivadas majoritariamente pela dificuldade em conciliar a participação no projeto com a entrega de atividades avaliativas e provas de outras disciplinas. Em contrapartida, houve a inclusão de quatro novos alunos que demonstraram interesse em integrar-se às atividades. É importante salientar que haver certa evasão era um cenário previsto, razão pela qual o número inicial de participantes foi intencionalmente dobrado em relação ao mínimo de dez alunos planejado para a execução da pesquisa.

A implementação do projeto ocorreu ao longo de dois meses, entre abril e maio de 2025, com encontros semanais às terças-feiras. A intervenção foi estruturada em nove aulas, cada uma com 100 minutos de duração. A escolha das terças-feiras foi estratégica, pois, conforme o calendário escolar do ano letivo, não havia feriados previstos para este dia da semana, o que garantiu a continuidade do projeto sem interrupções.

3.3 Coleta e análise de dados

A presente pesquisa adota uma abordagem predominantemente qualitativa, embora inclua aspectos quantitativos, com o intuito de avaliar a promoção de atitudes positivas em relação à ciência e a práticas de cidadania entre estudantes do ensino médio. Buscamos, assim, traçar relações entre a formação para a cidadania e o ensino de ciências em uma turma extraclasse.

Para a coleta de dados, aplicou-se dois questionários com o objetivo de aferir as percepções de atitudes científicas e as percepções das práticas de cidadania dos discentes. Para a montagem dos questionários, utilizamos a escala de *Likert*, que busca transformar uma variável qualitativa em quantitativa para mensurar fenômenos subjetivos e sociais (Martins; Cornacchione, 2021).

O *Questionário 1 – Atitudes científicas* (Anexo A) foi adaptado levemente do projeto *Effecting Principled Improvement in STEM Education* (epiSTEMe²) que visava melhorar a experiência e os resultados de jovens em Matemática e Ciências (Ruthven *et al.*, 2016).

O *Questionário 2 – Práticas de cidadania* (Anexo B), que também utiliza escala *Likert*, foi desenvolvido e validado no Brasil (Caldas; Cavalcante, 2023). Os autores ressaltam a importância de criar uma escala de mensuração da cidadania para melhor qualificar a compreensão desse complexo e multidimensional conceito, aprofundar os estudos sobre percepção de práticas de cidadania e impulsionar a participação e o envolvimento cívico dos alunos.

Ambos os questionários foram aplicados na forma de pré e pós-participação dos estudantes na sequência didática, e foram validados em estudos anteriores.

Para o tratamento e a organização dos dados quantitativos provenientes da escala *Likert*, utilizou-se o software RStudio. Este recurso permitiu a realização de análises estatísticas comparativas e descritivas entre as respostas obtidas no pré e no pós-sequência didática, auxiliando na identificação de eventuais mudanças nas percepções dos estudantes.

Para qualificar e compreender qualitativamente as respostas dos alunos nos questionários, realizou-se entrevistas semiestruturadas (Lüdke; André, 1986) sobre o engajamento na atividade didática e reflexões sobre os resultados dos questionários. Tais entrevistas tiveram como objetivo trazer uma visão qualitativa das respostas dos estudantes, especificamente no que se refere à percepção sobre atitudes científicas e ao aprendizado de Física dos estudantes, e a influência da intervenção nas práticas de cidadania.

A entrevista, ao lado da observação, é um dos instrumentos básicos para a coleta de dados em abordagens qualitativas, que, diferentemente de outras técnicas, caracteriza-se pela interação, criando uma atmosfera de influência recíproca entre quem pergunta e quem responde, no qual sua grande vantagem é permitir a captação imediata da informação, possibilitando o aprofundamento de temas complexos ou de natureza pessoal (Lüdke; André, 1986). Para esta pesquisa, optou-se pela *entrevista semiestruturada*, que se desenrola a partir de um roteiro básico de questões, mas que não é aplicado rigidamente, permitindo ao entrevistador as adaptações necessárias para explorar as percepções dos estudantes (Lüdke; André, 1986). Esse formato é particularmente adequado para investigações em educação, pois oferece a flexibilidade necessária para compreender as visões de mundo dos participantes.

² <https://www.educ.cam.ac.uk/research/programmes/episteme/>

Foram conduzidas entrevistas individuais com quatro alunos e uma entrevista coletiva com outros três estudantes. Esses sujeitos foram selecionados de acordo com suas respostas nos questionários e na identificação de falas, durante as aulas, que apresentaram relevância investigativa.

A decisão de entrevistar quatro alunos individualmente visou captar a profundidade e as mudanças de percepção pessoal que o questionário não detalha. Já a entrevista em grupo com os outros três discentes teve como propósito analisar a construção conjunta do discurso, observando como a interação entre pares e/ou confronto de ideias potencializam a argumentação sobre a cidadania ou ciências.

Como método para a análise das entrevistas foi adotada a análise temática, método de investigação qualitativa que permite identificar, analisar e relatar padrões de significado, denominados temas (Braun; Clarke, 2006). O percurso analítico adotado segue sequência tal como proposta por Dias e Mishima (2023), estruturando-se em quatro análises sequenciais: a identificação da unidade de registro/fragmento, que consiste na identificação e extração de trechos relevantes da transcrição da entrevista; a definição da unidade de contexto, que descreve e interpreta o trecho do fragmento em relação ao contexto referido pelo participante; a produção do núcleo de sentido, que traduz a ideia ou mensagem transmitida; e, por fim, a síntese no tema, que representa o assunto abordado de forma mais abrangente. Esse procedimento permitiu ao pesquisador examinar não apenas as informações diretas, mas também os sentidos subjacentes e as percepções dos estudantes, exigindo um papel ativo na construção e interpretação desses padrões, em vez de uma mera descrição passiva (Braun; Clarke, 2006).

Assim, o percurso metodológico organiza-se de forma indutiva, iniciando-se pela transcrição dos áudios e por uma fase de familiarização com os dados, que consiste em sucessivas leituras sistemáticas do material. A partir desse contato com as transcrições, o pesquisador executa o isolamento de unidades de contexto, que posteriormente são agrupadas em categorias temáticas de acordo com a recorrência de significados. Esse processo de interpretação não visa a quantificação estatística, mas fundamenta-se na sensibilidade teórica e no conhecimento acumulado do investigador para conferir validade científica à compreensão dos conceitos e práticas sociais revelados nas falas (Dias; Mishima, 2023).

A combinação da análise estatística dos questionários e análise temática das entrevistas permitirá uma análise mais abrangente e detalhada. Enquanto os questionários fornecem dados quantitativos que facilitam a identificação de padrões e tendências, as entrevistas oferecem contextos qualitativos que explicam os “porquês” por trás desses padrões. Estes métodos permitem a triangulação dos dados, aumentando a validade e confiabilidade dos resultados.

Além disso, a utilização de instrumentos validados garante que os dados coletados sejam robustos e comparáveis a outros estudos similares, contribuindo para o avanço do conhecimento nas áreas de educação científica e cívica.

3.4 A sequência didática

A sequência intitulada “Som, Cidade e Cidadania” é estruturada a partir da investigação científica-cultural partindo de um problema frequentemente negligenciado em nosso cotidiano: a saúde auditiva (Gondim, 2022). Para ilustrar a escala desse impacto, estima-se que a maioria esmagadora (76%) das pessoas em áreas urbanas sofra com uma carga acústica superior aos índices de tolerância estabelecidos pela Organização Mundial de Saúde (Gondim, 2022). Segundo Sakata; Dourado e Brocchi (2020), a saúde auditiva de jovens pode ser seriamente afetada pelo excesso de ruído, resultando em sintomas que variam de tonturas e otalgia até a perda permanente da audição. Tais sequelas, com o passar do tempo não apenas degradam a qualidade de vida, mas também provocam um isolamento social forçado devido às dificuldades de comunicação.

Para promover a cidadania e o bem-estar social entre o público jovem, além de vincular ao conteúdo de Física, elaborou-se uma sequência didática composta por nove aulas de 100 minutos de duração. A proposta visa, ainda, mitigar os riscos associados à exposição excessiva ao ruído no ambiente urbano.

A estrutura das aulas foi planejada de modo que cada etapa contemple, ao menos, um dos contextos da investigação científica-cultura (investigação conceitual, prática científica e investigação cultural) descrito no referencial teórico do capítulo 2. O Quadro 3.1 apresenta a organização da sequência, detalhando as atividades e os respectivos contextos de aprendizagem mobilizados.

Quadro 4.1. Sequência das atividades, suas descrições e contexto

(Continua)

Aulas	Descrição das atividades	Contexto
1. Introdução à poluição sonora	Sensibilização à poluição sonora e investigação da comunidade sobre o ruído.	Investigação cultural
2. Organização dos resultados	Análise dos dados das entrevistas sobre poluição sonora.	Prática científica Investigação cultural

Quadro 4.1. Sequência das atividades, suas descrições e contexto

(Conclusão)

Aulas	Descrição das atividades	Contexto
3. Ondulatória	Introdução aos conceitos de ondas e suas propriedades.	Investigação conceitual Prática científica
4. Acústica	Estudo sobre acústica; experimentos com isolamento acústico; visita técnica à rádio local.	Investigação conceitual Prática científica Investigação cultural
5. Construção do decibelímetro	Construção e programação de um decibelímetro com Arduino.	Prática científica
6. Conforto acústico da sala de aula	Medição do conforto acústico no ambiente escolar.	Prática científica Investigação cultural
7. Tratando os ruídos da cidade	Estudo sobre média, desvio padrão e moda. Estudos de cartografia.	Investigação conceitual
8. Planejamento da intervenção cidadã	Estudo sobre o impacto da poluição sonora e leis relacionadas.	Investigação conceitual Investigação cultural
9. Assembleia dos Vereadores	Apresentação do mapa de ruído e discussão com a comunidade.	Prática científica Investigação cultural

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A sequência didática se inicia com a problematização da poluição sonora como um problema sociocientífico, caracterizado pela exposição da comunidade escolar a níveis de ruídos sonoros superiores aos limites recomendados pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A etapa inicial utiliza recursos audiovisuais para evidenciar os impactos da poluição sonora na saúde auditiva e no bem-estar dos estudantes. Todas as aulas seguintes buscam fazer uma investigação científica e cultural do ruído no ambiente escolar e na comunidade.

Os contextos da investigação conceitual e da prática científica abordam o tema por meio dos conceitos da ondulatória e desenvolvem habilidades e procedimentos científicos investigativas, como também desenvolve aspectos da Tecnologia, visto que os próprios alunos constroem seus decibelímetros com a plataforma Arduino. Por sua vez, o contexto da investigação cultural envolve as questões sociais e políticas da poluição sonora na escola e na comunidade, por meio da entrevista de transeuntes, vizinhos e amigos, coletando impressões, percepções e dados com decibelímetros para a construção de um mapa de ruído. Além disso, os estudantes têm contato com conteúdo de outras áreas como Matemática, Geografia e História ao tratarem de medidas, mapas, escrita de texto no gênero manifesto. Por fim, a sequência culmina na sistematização dos resultados obtidos, na formulação de propostas de intervenção e na apresentação das evidências coletadas na Câmara Municipal, momento em que os estudantes

exercitam a cidadania participativa mediante a intervenção direta em um problema real da comunidade.

A seguir, é descrito o que foi realizado em cada aula da sequência didática.

Aula 1 – Introdução a poluição sonora

O primeiro encontro iniciou-se com uma etapa diagnóstica na qual foi solicitado aos estudantes o preenchimento dos dois questionários; sobre atitudes em relação à Ciência e sobre práticas de cidadania. Após essa etapa, o objetivo foi sensibilizar os estudantes para a poluição sonora como um problema sociocientífico, caracterizado pela exposição a níveis de pressão sonora superiores aos limites recomendados pela OMS. Foram exibidas reportagens sobre o problema, para contextualizar um diálogo no qual os estudantes expuseram incômodos causados por ruídos na escola, na comunidade e no ambiente doméstico. A discussão foi aprofundada por meio da análise de um *podcast* sobre os impactos da poluição sonora na fauna e de um vídeo sobre os riscos do uso excessivo de fones de ouvido. Ao final, os estudantes foram orientados sobre os procedimentos para a condução de entrevistas com familiares e moradores (Figura 4.1), cujos dados constituíram o ponto de partida para a investigação.

- **Contexto mobilizado:** Esta aula contemplou a investigação cultural que se justifica pela necessidade de situar o problema da poluição sonora no cotidiano dos estudantes e na comunidade, permitindo que estes identificassem as contradições entre o conhecimento científico sobre saúde auditiva e a realidade vivenciada em seus contextos sociais. A etapa diagnóstica e a sensibilização inicial foram fundamentais para prepará-los para a investigação científica que viria após esta aula.

Figura 4.1 – Entrevista a transeuntes



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Aula 2 – Organização dos resultados

Nesta aula, o foco foi a organização e a análise dos dados coletados pelos alunos nas entrevistas. Os estudantes aprenderam a categorizar as respostas por critérios como faixa etária e local, identificando tendências nas percepções da comunidade sobre os impactos da poluição sonora. A constatação de que uma quantidade expressiva de entrevistados se sentia incomodada com o ruído serviu de base para discussões em grupo. Como ferramenta de visualização, o professor ensinou os alunos a construir gráficos para representar os resultados, o que tornou a análise mais clara e objetiva.

- **Contextos mobilizados:** Esta aula contemplou a prática científica e a investigação cultural. A prática científica foi exercida por meio da sistematização e tratamento de dados coletados, exigindo dos estudantes a aplicação de critérios de categorização e representação gráfica, atividade que se assemelha ao trabalho de um cientista. A investigação cultural foi mobilizada ao confrontar as percepções da comunidade com o problema da poluição sonora, permitindo que os estudantes reconhecessem o ruído

como um fenômeno socialmente distribuído e percebido de formas distintas pelos diferentes grupos entrevistados.

Aula 3 – Ondulatória

Este encontro foi dedicado à construção dos conceitos teóricos de ondulatória, utilizando uma abordagem inspirada no método de ascensão do abstrato ao concreto. Inicialmente, a partir da manipulação de uma mola slinky (Figura 4.2), o fenômeno ondulatório foi apresentado aos alunos em sua forma complexa, repleta de variáveis e movimentos diversos - etapa que corresponde ao concreto sensorial. A partir dessa vivência, os alunos foram guiados a analisar o fenômeno para isolar a relação fundamental e mais básica presente nas diferentes ondas geradas na mola, ou seja, foram incentivados a identificar a abstração inicial (célula-germe) do conceito de onda (a propagação de energia sem transporte de matéria).

Com essa relação essencial apropriada, deu-se início ao movimento de ascensão. Os alunos foram levados ao laboratório de informática para interagir com simulações da plataforma PhET. Nesse ambiente, o princípio abstrato recém-descoberto foi aplicado para explicar e prever o comportamento de diferentes tipos de ondas (na água, do som, da luz), transformando-se em um concreto pensado. Esse processo dialético possibilitou aos alunos visualizar e compreender, de forma ampla e conectada, conceitos teóricos derivados, como amplitude, comprimento de onda, frequência e período, superando a mera memorização de fórmulas.

- **Contextos mobilizados:** Esta aula contemplou a investigação conceitual e a prática científica. A investigação conceitual ocorre ao se trabalhar a transição do concreto sensorial para o concreto pensado, por meio da identificação da célula-germe do fenômeno ondulatório, permitindo que os estudantes compreendessem a essência da onda. A prática científica foi exercida por meio da manipulação de aparatos experimentais e da utilização de simuladores computacionais, processos que exigiram a observação, a análise de variáveis e a aplicação de modelos teóricos para a interpretação de fenômenos físicos.

Figura 4.2 – Estudantes realizam experimento com mola slinky



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Aula 4 – Acústica

Aprofundando os conceitos físicos, a aula iniciou-se com uma exposição teórica sobre acústica, foram abordados temas como ondas sonoras, intensidade e nível sonoro, os efeitos do ruído na saúde e os princípios de isolamento e absorção do som. Em seguida, os alunos realizaram um experimento sobre isolamento acústico, revestindo caixas com diferentes materiais para testar sua eficácia em barrar o som (Figura 4.3). Após a aula a atividade foi complementada com uma visita técnica à rádio local, viabilizada em parceria com a prefeitura. Na rádio, os estudantes tiveram contato com equipamentos profissionais e puderam observar na prática o revestimento acústico de um estúdio, além de realizarem testes de gravação (Figura 4.4).

- **Contextos mobilizados:** Esta aula contemplou a investigação conceitual, a prática científica e a investigação conceitual. A investigação conceitual foi desenvolvida por meio da exposição teórica e da análise dos princípios de propagação e absorção sonora, permitindo a compreensão das propriedades físicas do som. A prática científica foi exercida mediante a realização de experimentos. A investigação cultural foi mobilizada

pela visita técnica, processo que permitiu aos estudantes analisar a aplicação de soluções acústicas em um contexto profissional real.

Figura 4.3 – Estudantes realizam experimento sobre revestimento acústico



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Figura 4.4 – Estudantes em visita à rádio



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Aula 5 – Construção do decibelímetro

Nesta aula, os alunos foram introduzidos aos componentes eletrônicos (Arduino, sensores, protoboard) e aos princípios básicos de programação. Seguindo um guia de montagem, os grupos construíram e programaram seus próprios decibelímetros (Figura 4.5). Após a montagem, os aparelhos foram testados e calibrados, mediante a comparação das medições obtidas com as de aplicativos de celular. Os alunos constataram a sensibilidade do instrumento que construíram, vivenciando um ciclo de concepção, montagem e validação de uma ferramenta tecnológica.

- **Contextos mobilizados:** Esta aula contemplou a prática científica em que foi exercida por meio da montagem, calibração e validação do instrumento, processos que exigiram o domínio de procedimentos técnicos, a análise comparativa de dados e a verificação da precisão do dispositivo construído.

Figura 4.5 – Montagem do decibelímetro usando Arduino



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Aula 6 – Conforto acústico da sala de aula

O foco desta aula são as medidas acústicas do ambiente escolar (Figura 4.6), acompanhadas de uma discussão sobre o conceito de conforto acústico e o impacto do ruído no processo de aprendizagem. Os alunos utilizaram os decibelímetros para medir a intensidade da

sirene da escola, verificando seu impacto a diferentes distâncias dentro da escola. Ao final, foram fornecidas instruções detalhadas para a próxima etapa de coleta de dados: medir os níveis de ruído em pontos estratégicos da cidade, como vias de grande circulação e áreas próximas à rodovia, para a criação de um mapa sonoro do município.

- **Contextos mobilizados:** Esta aula contemplou a prática científica e a investigação cultural. A prática científica foi exercida por meio da utilização de instrumentos de medição, da coleta de dados empíricos em campo e da análise da propagação sonora no ambiente escolar. A investigação cultural foi mobilizada ao problematizar o ambiente escolar como um espaço de convivência sujeito a interferências sonoras internas e também externas, permitindo que os estudantes relacionassem o conforto acústico às condições de infraestrutura e ao planejamento urbano do município.

Figura 4.6 – Estudantes medindo a intensidade sonora da sirene e das vias próximas a escola



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Aula 7 – Tratando os ruídos da cidade

Este encontro articulou diferentes áreas do conhecimento para a análise dos dados coletados na cidade. Com o auxílio da professora de Matemática, os alunos aprenderam e aplicaram conceitos de estatística, como média e desvio padrão, para tratar os valores de decibéis medidos, verificando se os pontos ultrapassavam os limites recomendados pela OMS. Em seguida, sob a orientação da professora de Geografia, os estudantes aplicaram noções de

cartografia utilizando um mapa do município para marcar, com alfinetes coloridos, a intensidade do ruído em cada local aferido.

A escolha das cores obedeceu a uma escala de gravidade baseada nos parâmetros da OMS: alfinetes verdes indicavam locais com ruído até 50 dB (limite considerado seguro para áreas residenciais); alfinetes amarelos e laranjas representavam zonas de alerta intermediário; e alfinetes vermelhos demarcavam pontos com valores acima de 80 dB (nível crítico, com risco de dano auditivo e estresse fisiológico). Esse processo de espacialização dos dados resultou na primeira versão do mapa de ruído da cidade (Figura 4.7)

- **Contexto mobilizado:** Esta aula contemplou a investigação conceitual. A escolha justifica-se pela necessidade de consolidar o pensamento teórico dos estudantes por meio da aplicação de conceitos matemáticos e geográficos para a interpretação de fenômenos físicos. A análise estatística e a cartografia permitiram que os estudantes transitassem do dado bruto para a compreensão do problema, capaz de revelar a distribuição espacial da poluição sonora e suas implicações para a saúde pública.

Figura 4.7 – Mapa marcado com alfinetes pelos estudantes



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Aula 8 – Planejamento da intervenção cidadã

Nesta aula, a discussão voltou-se para a dimensão política e cívica. Com o professor de História, os alunos analisaram a legislação municipal sobre o controle de ruídos e debateram o funcionamento dos três poderes, os direitos e deveres do cidadão e as formas de fiscalização.

Em seguida, na aula de Língua Portuguesa, os estudantes aprenderam sobre a estrutura e a função de um manifesto e, de forma colaborativa, redigiram o documento que foi apresentado na Câmara Municipal.

- **Contexto mobilizado:** Esta aula contemplou a investigação conceitual e a investigação cultural. A investigação conceitual foi mobilizada pela necessidade de apropriação de conceitos teóricos fundamentais para a atuação cidadã, como o funcionamento das instituições democráticas e a estrutura de textos argumentativos. A investigação cultural, nesta aula, permitiu que os estudantes compreendessem a lógica das normas jurídicas e a eficácia da linguagem como instrumento de reivindicação política, elementos importantes para a transição do conhecimento científico para a ação social.

Aula 9 – Assembleia dos vereadores

O último encontro foi dedicado à preparação e à execução da ação cidadã. Para a organização da apresentação na Câmara Municipal, realizou-se uma divisão de tarefas na qual todos os alunos do projeto assumiram funções específicas. O pesquisador apresentou uma lista de atribuições necessárias para o evento, e os estudantes tiveram autonomia para se voluntariar para os papéis com os quais tinham maior afinidade. A escolha dos representantes que falariam ao microfone para apresentar o projeto, o mapa de ruído e o manifesto ocorreu por consenso do grupo: os próprios alunos indicaram os colegas que consideravam ter melhor oratória, e estes aceitaram a responsabilidade.

A culminância foi realizada em uma sessão noturna na Câmara Municipal, com a presença de pais, professores e autoridades (Figuras 4.8, 4.9), sendo transmitida pelos canais oficiais da casa legislativa. Na ocasião, os estudantes expuseram os resultados de sua investigação e suas propostas aos vereadores. A entrega do manifesto às autoridades visou promover futuras discussões legislativas, validando a intervenção dos alunos como um ato de cidadania participativa.

- **Contextos mobilizados:** Esta aula contemplou a prática científica e a investigação cultural. A prática científica foi exercida por meio da comunicação e legitimação dos resultados da investigação em um fórum público, processo que exigiu a síntese de dados, a argumentação fundamentada e a defesa de evidências científicas. A investigação cultural foi mobilizada ao inserir o conhecimento escolar na esfera pública, permitindo

que os estudantes atuassem como agentes de transformação social ao confrontar as contradições entre a realidade da poluição sonora e as políticas públicas vigentes.

Figura 4.8 – Estudantes apresentam projeto para população e vereadores



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Figura 4.9 – Leitura e entrega do manifesto aos vereadores e população



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A intervenção encerrou-se no dia seguinte à apresentação na Câmara dos Vereadores, em um encontro final com o grupo de estudantes na escola. Nesta ocasião, foi realizada a etapa de pós-teste da pesquisa, na qual os alunos responderam novamente aos mesmos questionários sobre atitudes em relação à ciência e práticas de cidadania que haviam preenchido no primeiro dia do projeto. Além da aplicação dos questionários, foi conduzida uma roda de conversa para que os estudantes pudessem expressar suas percepções sobre a experiência. Esse momento marcou o encerramento das atividades da sequência didática, sendo que a coleta de dados da pesquisa foi complementada posteriormente com a realização de entrevistas com os alunos selecionados.

A viabilização de algumas etapas da sequência didática demandou a realização de negociações com agentes externos à escola. Foi estabelecido um acordo com o responsável pela rádio local para que os alunos realizassem uma visita técnica, onde um profissional explicaria o funcionamento dos equipamentos e da acústica do estúdio. Para o transporte dos estudantes, foi negociado com a Secretaria de Educação do município o empréstimo de um microônibus. Por fim, para a culminância do projeto, foi realizada uma negociação com o presidente da Câmara dos Vereadores para que o tempo de uso da Tribuna Livre fosse estendido de 10 para 40 minutos, permitindo a exposição completa do trabalho desenvolvido pelos alunos.

Paralelamente a essas articulações, o pesquisador realizou o levantamento das leis municipais sobre o controle de ruídos por meio do site oficial da Câmara Municipal, material este que subsidiou a discussão sobre a dimensão cívica do problema na sala de aula.

3.4.1 Discutindo a sequência didática

A sequência didática proposta foi estruturada para superar o modelo tradicional de ensino de Física e o envelopamento escolar. Ela busca materializar uma educação científica engajada com a formação para a cidadania ao alinhar-se ao enfoque CTS e utilizar como base teórico-metodológica a investigação científica-cultural. Ao resgatar a natureza “selvagem” do conhecimento (Lago; Mattos; Camillo, 2023) e analisar seus domínios sociais (Aikenhead, 1985), a investigação cultural permite que os estudantes examinem a poluição sonora como um problema real da sociedade, cujas causas e efeitos atravessam dimensões políticas, econômicas e éticas. Nesse sentido, a proposta alinha-se ao objetivo central do CTS defendido por Santos e Mortimer (2000), que é preparar os estudantes para o exercício consciente da cidadania, capacitando-os a julgar não apenas a viabilidade técnica de uma solução, mas também suas implicações éticas, sociais e ambientais para a comunidade.

Porém, entendemos que esse projeto é uma ação pontual e limitada, e não esperamos que isoladamente ele produza grandes transformações nos indivíduos, mas tentamos transcender a formação de um cidadão meramente informado, visando promover um cidadão participativo (Rosa; Lima; Calvacanti, 2023). Este perfil de cidadania se manifesta quando o indivíduo utiliza o conhecimento científico não apenas para decisões pessoais, mas como subsídio para a tomada de decisões coletivas na comunidade. A sequência didática objetiva exatamente essa transição: estudantes que não apenas aprendem sobre o fenômeno da poluição sonora e tomam decisões individuais como a diminuição da intensidade sonora em fones de ouvidos, mas que se engajam na investigação de um problema local, coletando dados e utilizando-os como evidência para fomentar discussões e exigir ações concretas, materializando a prática da cidadania participativa.

Para analisar a estrutura da proposta sob a ótica da abordagem CTS, recorre-se à tipologia de Santos e Mortimer (2000), que categoriza os currículos de acordo com a ênfase conferida aos conteúdos de ciência e aos temas sociais presente no Quadro 2.1. Nessa perspectiva, a sequência didática gerada neste trabalho de pesquisa se enquadra predominantemente na categoria seis, “Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS”, na qual o conhecimento científico é mobilizado de forma estratégica para viabilizar a investigação cidadã. O ensino de conceitos de ondulatória, acústica ou da plataforma Arduino não é um fim em si mesmo, mas um meio instrumental. Os alunos aprendem o necessário para construir suas ferramentas de medição, analisar dados e fundamentar seus argumentos. O conteúdo científico, portanto, é ensinado de forma direcionada e aplicada, servindo como uma ferramenta essencial para a formação de uma cidadania participativa, o que caracteriza uma abordagem CTS integrada e contextualizada, no qual o conhecimento científico e a dimensão social são indissociáveis (Aikenhead, 2003).

A abordagem CTS, contudo, não é um movimento homogêneo (Conrado; Nunes-Neto, 2018). Nesse espectro, a presente proposta didática alinha-se à primeira e quinta vertente, cujo foco pedagógico reside na aplicação de conhecimentos científicos em problemas cotidianos e enfatizando a ciência e tecnologia como partes integrantes da sociedade e conectadas às ações políticas, econômicas e culturais. O objetivo é instrumentalizar os estudantes com conceitos de acústica e ondulatória para que possam investigar e diagnosticar a poluição sonora em seu entorno. Ao utilizar a Ciência como base para investigação e apresentação de resultados na Câmara Municipal, a sequência didática fundamenta-se na vertente 5, promovendo o desenvolvimento de um cidadão participativo (Rosa; Lima; Calvacanti, 2023), capaz de fundamentar sua atuação na comunidade a partir de evidências técnicas e científicas.

Adicionalmente, a proposta pedagógica foi desenhada para garantir certo grau de autonomia aos estudantes. Analisando a sequência à luz dos níveis de ensino investigativo propostos por Carvalho (2018) presente no Quadro 2, seria inadequado atribuir um único grau de liberdade para todo o projeto, pois houve uma variação intencional de acordo com o objetivo de cada aula. A atividade de menor grau de liberdade foi, por exemplo, a construção do decibelímetro (Aula 5), na qual os alunos seguiram um guia de montagem bem estruturado. Essa abordagem, que se aproxima dos Graus 2 e 3, foi necessária para instrumentalizar os estudantes com a ferramenta tecnológica que seria utilizada nas investigações posteriores. Em contrapartida, a maior autonomia foi observada nas etapas finais do projeto (Aulas 8 e 9), quando os alunos, já de posse dos dados e dos conceitos, tiveram que definir o conteúdo do manifesto e planejar a apresentação na Câmara dos Vereadores. Nesse momento, ao proporem suas próprias soluções e argumentos, os estudantes se aproximaram do Grau 4, que representa um alto nível de “liberdade intelectual” (Carvalho, 2018).

Nos capítulos subsequentes, apresentamos os resultados obtidos, discutindo em que medida a proposta contribuiu para o desenvolvimento de atitudes científicas e para a percepção sobre as práticas de cidadania entre os estudantes participantes.

3.5 Considerações éticas

Todos os procedimentos desta pesquisa seguiram as diretrizes éticas para investigações em Ciências Humanas e Sociais, conforme preconizado pela Resolução CNS nº 510, de 07 de abril de 2016. A coleta de dados foi iniciada somente após a devida autorização da instituição de ensino envolvida.

O projeto de pesquisa, intitulado “O tema da poluição sonora como objeto da investigação científica-cultural para promoção da cidadania”, foi submetido à Plataforma Brasil e obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) de número 83685524.9.0000.5148.

Antes do início da coleta de dados, os estudantes e seus responsáveis legais foram informados, em linguagem clara e acessível, sobre os objetivos e a metodologia do estudo. Foram esclarecidos todos os aspectos éticos da investigação, assegurando-lhes o direito ao anonimato, ao sigilo das informações e à liberdade de interromper a sua participação em qualquer momento, sem qualquer tipo de prejuízo.

A participação no estudo foi voluntária e formalizada mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os responsáveis e do Termo de Assentimento para os estudantes. Todos os que concordaram em participar assinaram os termos em duas vias, sendo uma entregue ao participante e outra arquivada pelo pesquisador responsável. Os dados coletados serão tratados com total confidencialidade e utilizados exclusivamente para os fins acadêmicos desta pesquisa.

4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Atitude em relação à Ciências

Para avaliar o impacto da sequência didática nas atitudes dos estudantes em relação à Ciência, aplicou-se o questionário Atitudes Científicas (Anexo A) em dois momentos: antes e depois da intervenção. O instrumento utiliza uma escala Likert de sete pontos, para os quais os valores mais altos indicam atitudes mais positivas. Para fins da análise, as questões com enunciados negativos (Q4, Q8 e Q12, que podem ser visualizadas na Tabela 5.1) tiveram suas pontuações invertidas de modo que a escala fosse unidirecional, ou seja, quanto maior o valor, mais positiva a atitude (Likert, 1932, p. 44), isto significa que para valores altos nos scores dessas questões, as respostas dos alunos tendem a discordar dos enunciados.

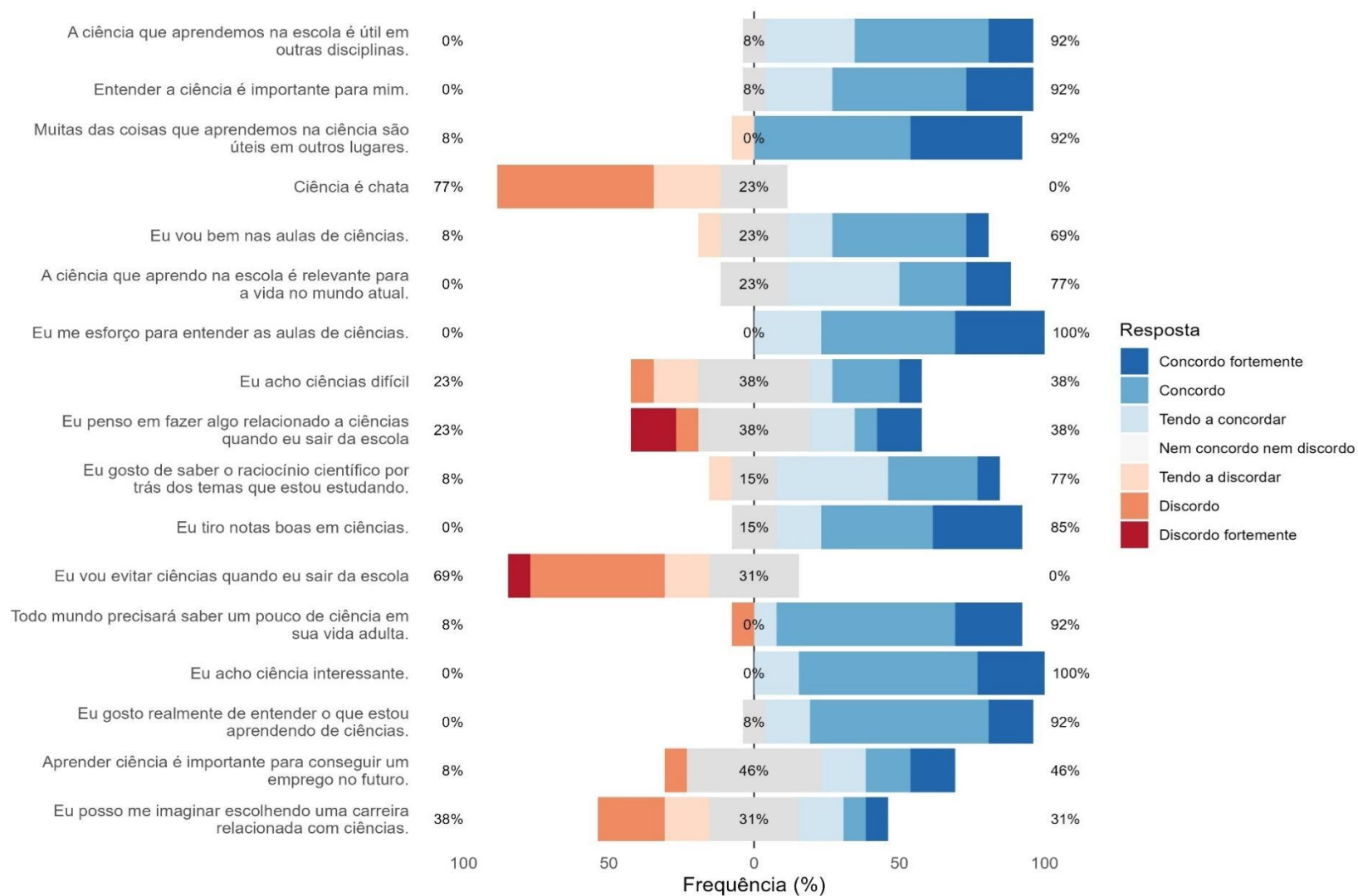
Os questionários respondidos pelos participantes foram tabulados em planilha de dados e as porcentagens de cada ponto da escala calculada para toda a amostra. A seguir, os Gráficos 5.1 e 5.2, em conjunto com as Tabelas 5.1 a 5.4, apresentam a consolidação dos dados, evidenciando a distribuição das respostas dos estudantes. Estes valores são usados para a análise estatística subsequente.

Para leitura e interpretação dos Gráficos 5.1 e 5.2, elaborados no formato de barras empilhadas divergentes, é importante esclarecer a disposição visual dos dados. As barras orientadas à direita, em tons de azul, agrupam as frequências das respostas positivas à atitude científica ('tendo a concordar', 'concordo' e 'concordo fortemente'), enquanto as barras orientadas à esquerda, em tons de vermelho, agrupam as respostas negativas ('tendo a discordar', 'discordo' e 'discordo fortemente'). Ao centro, em cinza, situam-se as respostas neutras ('nem concordo nem discordo'). Portanto, os valores numéricos dispostos nas extremidades direita e esquerda de cada barra representam, respectivamente, o percentual somado para concordância e de discordância. Por sua vez, o valor numérico posicionado na região central cinza indica o percentual isolado de neutralidade.

Para o tratamento analítico que gerou os dados estatísticos descritivos exibidos nas Tabelas 5.2 e 5.4, foram obtidos a partir da conversão das categorias textuais da escala Likert em escores numéricos inteiros de 1 a 7, como já mencionado. Dessa forma, a média de cada pergunta nas tabelas representa a média aritmética simples de todos os participantes da amostra para aquele item específico. Esse mesmo processamento numérico, realizado em software de

tabulação de dados, viabilizou a extração da mediana e o cálculo do desvio padrão para cada questão do instrumento.

Gráfico 5.1 – Gráfico de barras divergentes para as atitudes científicas (antes)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.1 – Atitudes científicas (antes)

Perguntas	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
Q1 - A ciência que aprendemos na escola é útil em outras disciplinas.	15,4%	46,2%	30,8%	7,7%	0%	0%	0%
Q2 - Entender a ciência é importante para mim.	23,1%	46,2%	23,1%	7,7%	0%	0%	0%
Q3 - Muitas das coisas que aprendemos na ciência são úteis em outros lugares.	38,5%	53,8%	0%	0%	7,7%	0%	0%
Q4 - Ciência é chata	0%	0%	0%	23,1%	23,1%	53,8%	0%
Q5 - Eu vou bem nas aulas de ciências.	7,7%	46,2%	15,4%	23,1%	7,7%	0%	0%
Q6 - A ciência que aprendo na escola é relevante para a vida no mundo atual.	15,4%	23,1%	38,5%	23,1%	0%	0%	0%
Q7 - Eu me esforço para entender as aulas de ciências.	30,8%	46,2%	23,1%	0%	0%	0%	0%
Q8 - Eu acho ciências difícil	7,7%	23,1%	7,7%	38,5%	15,4%	7,7%	0%
Q9 - Eu penso em fazer algo relacionado a ciências quando eu sair da escola	15,4%	7,7%	15,4%	38,5%	0%	7,7%	15,4%
Q10 - Eu gosto de saber o raciocínio científico por trás dos temas que estou estudando.	7,7%	30,8%	38,5%	15,4%	7,7%	0%	0%
Q11 - Eu tiro notas boas em ciências.	30,8%	38,5%	15,4%	15,4%	0%	0%	0%
Q12 - Eu vou evitar ciências quando eu sair da escola	0%	0%	0%	30,8%	15,4%	46,2%	7,7%
Q13 - Todo mundo precisará saber um pouco de ciência em sua vida adulta.	23,1%	61,5%	7,7%	0%	0%	7,7%	0%
Q14 - Eu acho ciência interessante.	23,1%	61,5%	15,4%	0%	0%	0%	0%
Q15 - Eu gosto realmente de entender o que estou aprendendo de ciências.	15,4%	61,5%	15,4%	7,7%	0%	0%	0%
Q16 - Aprender ciência é importante para conseguir um emprego no futuro.	15,4%	15,4%	15,4%	46,2%	0%	7,7%	0%
Q17 - Eu posso me imaginar escolhendo uma carreira relacionada com ciências.	7,7%	7,7%	15,4%	30,8%	15,4%	23,1%	0%

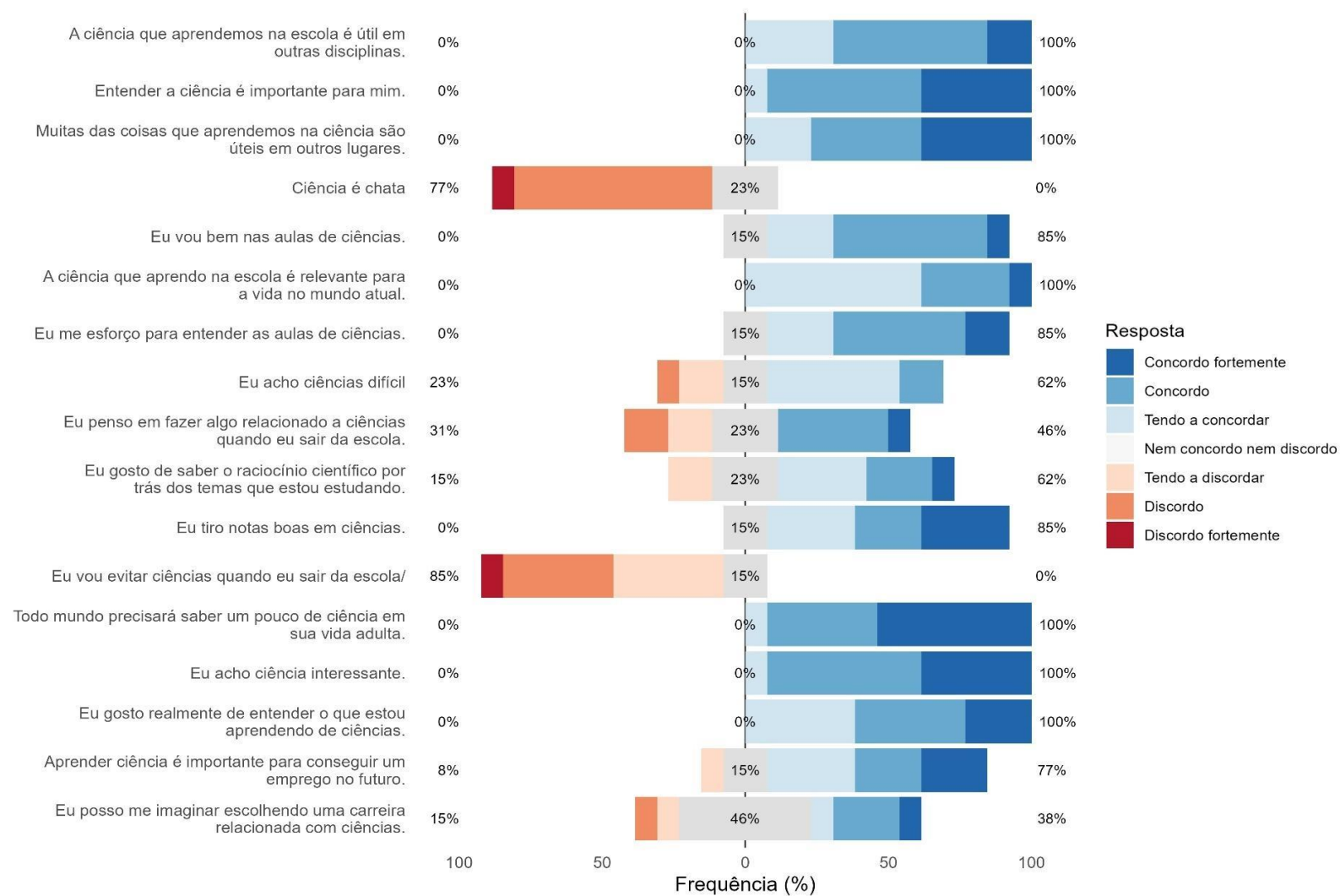
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.2 – Análise descritiva dos dados obtidos no questionário de atitudes científicas (antes)

Perguntas	Média	Mediana	Desvio padrão
Q1 - A ciência que aprendemos na escola é útil em outras disciplinas.	5,69	6	0,85
Q2 - Entender a ciência é importante para mim.	5,85	6	0,90
Q3 - Muitas das coisas que aprendemos na ciência são úteis em outros lugares.	6,15	6	1,07
Q4 - Ciência é chata	5,31	6	0,85
Q5 - Eu vou bem nas aulas de ciências.	5,23	6	1,17
Q6 - A ciência que aprendo na escola é relevante para a vida no mundo atual.	5,31	5	1,03
Q7 - Eu me esforço para entender as aulas de ciências.	6,08	6	0,76
Q8 - Eu acho ciências difícil	3,54	4	1,45
Q9 - Eu penso em fazer algo relacionado a ciências quando eu sair da escola	4,15	4	1,95
Q10 - Eu gosto de saber o raciocínio científico por trás dos temas que estou estudando.	5,15	5	1,07
Q11 - Eu tiro notas boas em ciências.	5,85	6	1,07
Q12 - Eu vou evitar ciências quando eu sair da escola	5,31	6	1,03
Q13 - Todo mundo precisará saber um pouco de ciência em sua vida adulta.	5,85	6	1,28
Q14 - Eu acho ciência interessante.	6,08	6	0,64
Q15 - Eu gosto realmente de entender o que estou aprendendo de ciências.	5,85	6	0,80
Q16 - Aprender ciência é importante para conseguir um emprego no futuro.	4,77	4	1,42
Q17 - Eu posso me imaginar escolhendo uma carreira relacionada com ciências.	3,92	4	1,55

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gráfico 5.2 – Gráfico de barras divergentes para as atitudes científicas (depois)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.3 – Atitudes científicas (depois)

Perguntas	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
Q1 - A ciência que aprendemos na escola é útil em outras disciplinas.	15,4%	53,8%	30,8%	0%	0%	0%	0%
Q2 - Entender a ciência é importante para mim.	38,5%	53,8%	7,7%	0%	0%	0%	0%
Q3 - Muitas das coisas que aprendemos na ciência são úteis em outros lugares.	38,5%	38,5%	23,1%	0%	0%	0%	0%
Q4 - Ciência é chata	0%	0%	0%	23,1%	0%	69,2%	7,7%
Q5 - Eu vou bem nas aulas de ciências.	7,7%	53,8%	23,1%	15,4%	0%	0%	0%
Q6 - A ciência que aprendo na escola é relevante para a vida no mundo atual.	7,7%	30,8%	61,5%	0%	0%	0%	0%
Q7 - Eu me esforço para entender as aulas de ciências.	15,4%	46,2%	23,1%	15,4%	0%	0%	0%
Q8 - Eu acho ciências difícil	0%	15,4%	46,2%	15,4%	15,4%	7,7%	0%
Q9 - Eu penso em fazer algo relacionado a ciências quando eu sair da escola	7,7%	38,5%	0%	23,1%	15,4%	15,4%	0%
Q10 - Eu gosto de saber o raciocínio científico por trás dos temas que estou estudando.	7,7%	23,1%	30,8%	23,1%	15,4%	0%	0%
Q11 - Eu tiro notas boas em ciências.	30,8%	23,1%	30,8%	15,4%	0%	0%	0%
Q12 - Eu vou evitar ciências quando eu sair da escola	0%	0%	0%	15,4%	38,5%	38,5%	7,7%
Q13 - Todo mundo precisará saber um pouco de ciência em sua vida adulta.	53,8%	38,5%	7,7%	0%	0%	0%	0%
Q14 - Eu acho ciência interessante.	38,5%	53,8%	7,7%	0%	0%	0%	0%
Q15 - Eu gosto realmente de entender o que estou aprendendo de ciências.	23,1%	38,5%	38,5%	0%	0%	0%	0%
Q16 - Aprender ciência é importante para conseguir um emprego no futuro.	23,1%	23,1%	30,8%	15,4%	7,7%	0%	0%
Q17 - Eu posso me imaginar escolhendo uma carreira relacionada com ciências.	7,7%	23,1%	7,7%	46,2%	7,7%	7,7%	0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.4 – Análise descritiva dos dados obtidos no questionário de atitudes científicas (depois)

Perguntas	Média	Mediana	Desvio padrão
Q1 - A ciência que aprendemos na escola é útil em outras disciplinas.	5,85	6	0,69
Q2 - Entender a ciência é importante para mim.	6,31	6	0,63
Q3 - Muitas das coisas que aprendemos na ciência são úteis em outros lugares.	6,15	6	0,80
Q4 - Ciência é chata	5,61	6	0,96
Q5 - Eu vou bem nas aulas de ciências.	5,54	6	0,88
Q6 - A ciência que aprendo na escola é relevante para a vida no mundo atual.	5,46	5	0,66
Q7 - Eu me esforço para entender as aulas de ciências.	5,61	6	0,96
Q8 - Eu acho ciências difícil	3,54	3	1,20
Q9 - Eu penso em fazer algo relacionado a ciências quando eu sair da escola	4,54	4	1,71
Q10 - Eu gosto de saber o raciocínio científico por trás dos temas que estou estudando.	4,85	5	1,21
Q11 - Eu tiro notas boas em ciências.	5,69	6	1,11
Q12 - Eu vou evitar ciências quando eu sair da escola	4,92	5	1,38
Q13 - Todo mundo precisará saber um pouco de ciência em sua vida adulta.	6,46	7	0,66
Q14 - Eu acho ciência interessante.	6,31	6	0,63
Q15 - Eu gosto realmente de entender o que estou aprendendo de ciências.	5,85	6	0,80
Q16 - Aprender ciência é importante para conseguir um emprego no futuro.	5,38	5	1,26
Q17 - Eu posso me imaginar escolhendo uma carreira relacionada com ciências.	4,54	4	1,39

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Antes de procedermos à aplicação dos testes estatísticos, uma leitura atenta das Tabelas 5.2 e 5.4 revela que, em ambos os momentos (antes e depois), os valores de média apresentam pontuações expressivamente elevadas. Considerando que a escala Likert adotada possui um valor máximo de sete pontos, observa-se que, já na etapa diagnóstica (Tabela 5.2), treze das dezessete questões obtiveram médias superior a cinco pontos. Esse dado sugere que os estudantes já possuíam atitudes positivas e favoráveis em relação à Ciência antes mesmo da aplicação da sequência didática. Ao calcular a média total dos valores médios antes da intervenção, o valor obtido foi 5,28 e para o questionário aplicado após sequência didática, a média atinge 5,48. Constata-se que esses valores são altos e muito próximos entre si. Esse patamar inicial elevado sugere um grupo já com afinidade pela Ciências, indicando que havia uma margem relativamente estreita para um aumento substancial nas pontuações. É a partir deste contexto de atitudes previamente favoráveis que os resultados dos testes de hipóteses devem ser interpretados.

Para verificar se houve mudança significativa nas atitudes dos estudantes entre as duas aplicações, aplicou-se o *teste t* pareado comparando os escores obtidos antes e depois da intervenção, realizando-se a análise estatística de forma individualizada, questão por questão, para os 13 participantes que responderam a ambos os instrumentos. A princípio, para confirmar a homogeneidade da amostra, foi feito o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, obtendo o valor $W = 0,9205$ com $p\text{-valor} = 0,2547$. Sendo $p\text{-valor}$ superior ao nível de significância de 0,05, não se rejeita a hipótese de normalidade dos dados, o que legitima a utilização de testes paramétricos para as comparações subsequentes.

O resultado do teste *t* pareado indicou que não há diferença estatisticamente significativa entre as médias gerais *a priori* e *a posteriori* dos questionários ($t(12) = -1,71$; $p\text{-valor} = 0,1138$). Este valor indica que, ao nível de significância de 5%, não há diferença estatística suficiente para rejeitar a hipótese nula, ou seja, a sequência didática não causou mudança significativa para atitudes científicas dos alunos.

A ausência de uma mudança estatisticamente significativa nas atitudes pode estar relacionada ao perfil específico da amostra investigada. Cabe lembrar que o grupo participante foi composto por estudantes voluntários, selecionados pelo seu bom desempenho acadêmico e assiduidade nas aulas. Essa configuração pode indicar uma amostra com viés de seleção, formada por discentes que já possuíam uma predisposição favorável e um interesse intrínseco prévio pelas Ciências, o que ajuda a compreender a não alteração significativa apontada pelo teste estatístico.

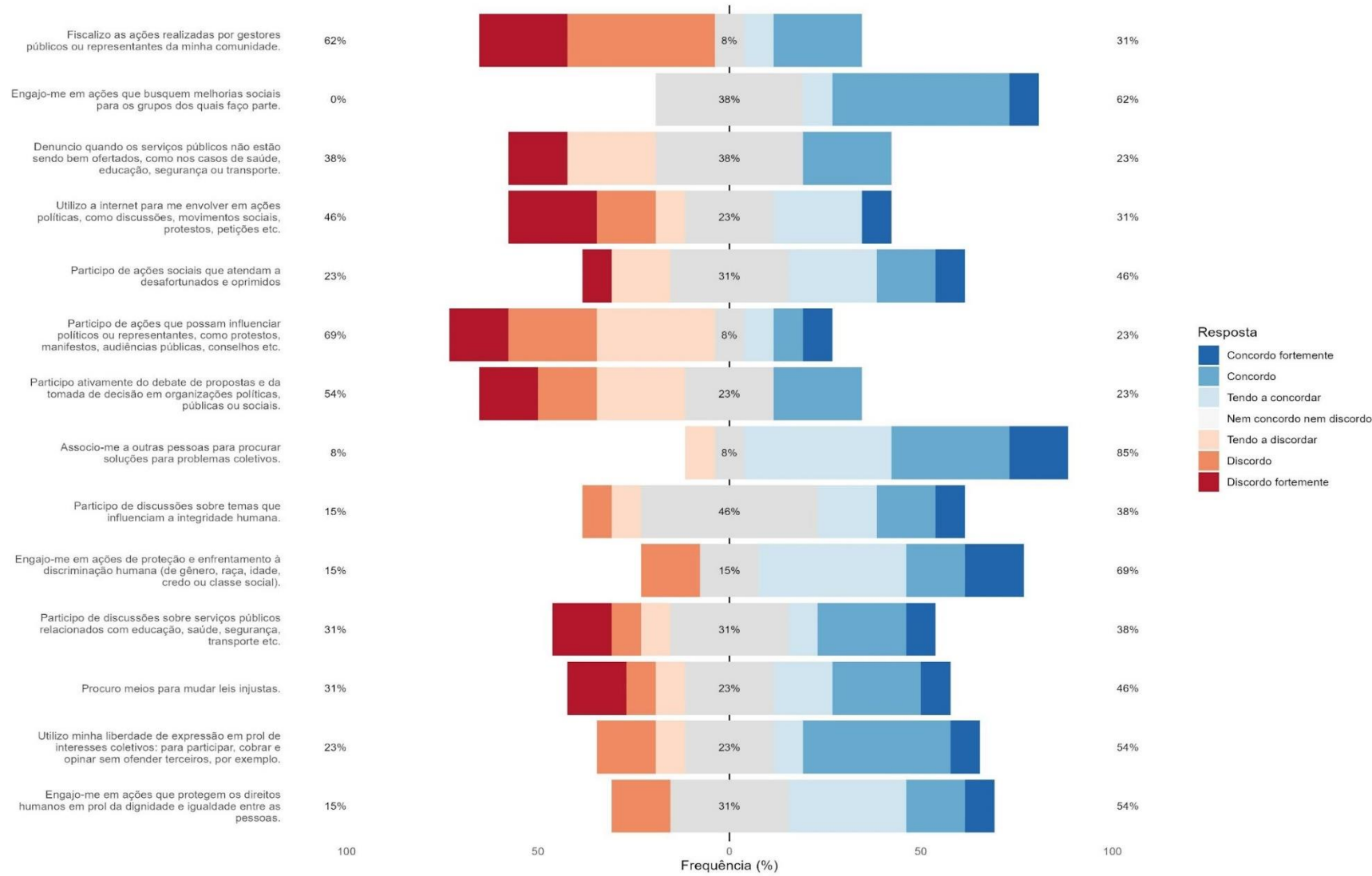
Apesar da ausência de significância estatística, uma análise qualitativa dos gráficos e tabelas evidenciam uma consolidação do interesse dos alunos e da percepção da utilidade da Ciência. Para esta análise, selecionamos as questões **Q1, Q2, Q3, Q6, Q13, Q14 e Q15**, pois além de abordarem temáticas relacionadas à utilidade e ao interesse pela Ciência, foram os itens que atingiram 100% de concordância no espectro positivo após a sequência didática (Gráfico 5.2 e Tabela 5.3), eliminando as taxas de neutralidade e discordância observadas no momento *a priori* (Gráfico 5.1 e Tabela 5.1). O consenso é particularmente visível na **Q13** (Todo mundo precisará saber um pouco de ciência em sua vida adulta), que além de apresentar elevação na média (5,85 para 6,46) reduziu o desvio padrão para quase a metade do seu valor inicial (1,28 para 0,66). Contudo, esse consenso sobre o interesse e a utilidade da Ciência contrasta com os dados referentes à percepção de dificuldade em relação a ela, a questão **Q8** (Eu acho ciências difícil) que manteve sua média inalterada em 3,54. Isto sugere que a sequência didática pode ter reforçado a percepção dos alunos sobre a importância, a utilidade e o interesse pela Ciência, sem, contudo, alterar a percepção de complexidade da disciplina.

4.2 Práticas de cidadania

A segunda dimensão de análise busca identificar se a intervenção promoveu mudanças mensuráveis na forma como os estudantes percebem sua participação e atuação na sociedade. Para esta finalidade utilizou-se o questionário práticas de cidadania (Anexo B), também elaborado em escala Likert de sete pontos, aplicado antes e depois da intervenção.

Os resultados são apresentados nos Gráficos 5.3 e 5.4 e nas Tabelas 5.5 a 5.8, que exibem a consolidação desses dados, evidenciando a distribuição das respostas dos discentes. Ressalta-se que a organização visual desses dados - incluindo o uso de gráficos de barras empilhadas divergentes e tabelas de estatística descritiva - é análoga à apresentação detalhada na seção 5.1, seguindo os mesmos critérios de leitura e tratamento numérico já descritos.

Gráfico 5.3 – Gráfico de barras divergentes para as práticas de cidadania (antes)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.5 – Práticas de cidadania (antes)

Perguntas	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
P1 - Fiscalizo as ações realizadas por gestores públicos ou representantes da minha comunidade.	0%	23,10%	7,7%	7,7%	0%	38,5%	23,1%
P2 - Engajo-me em ações que busquem melhorias sociais para os grupos dos quais faço parte.	7,7%	46,2%	7,7%	38,5%	0%	0%	0%
P3 - Denuncio quando os serviços públicos não estão sendo bem ofertados, como nos casos de saúde, educação, segurança ou transporte.	0%	23,1%	0%	38,5%	23,1%	0%	15,4%
P4 - Utilizo a internet para me envolver em ações políticas, como discussões, movimentos sociais, protestos, petições etc.	7,7%	0%	23,1%	23,1%	7,7%	15,4%	23,1%
P5 - Participo de ações sociais que atendam a desafortunados e oprimidos.	7,7%	15,4%	23,1%	30,8%	15,4%	0%	7,7
P6 - Participo de ações que possam influenciar políticos ou representantes, como protestos, manifestos, audiências públicas, conselhos etc.	7,7%	7,7%	7,7%	7,7%	30,8%	23,1%	15,4%
P7 - Participo ativamente do debate de propostas e da tomada de decisão em organizações políticas, públicas ou sociais.	0%	23,1%	0%	23,1%	23,1%	15,4%	15,4%
P8 - Associo-me a outras pessoas para procurar soluções para problemas coletivos.	15,4%	30,8%	38,5%	7,7%	7,7%	0%	0%
P9 - Participo de discussões sobre temas que influenciam a integridade humana.	7,7%	15,4%	15,4%	46,2%	7,7%	7,7%	0%
P10 - Engajo-me em ações de proteção e enfrentamento à discriminação humana (de gênero, raça, idade, credo ou classe social).	15,4%	15,4%	38,5%	15,40%	0%	15,4%	0%
P11 - Participo de discussões sobre serviços públicos relacionados com educação, saúde, segurança, transporte etc.	7,7%	23,1%	7,7%	30,8%	7,7%	7,7%	15,4%
P12 - Procuo meios para mudar leis injustas.	7,7%	23,1%	15,4%	23,1%	7,7%	7,7%	7,7%
P13 - Utilizo minha liberdade de expressão em prol de interesses coletivos: para participar, cobrar e opinar sem ofender terceiros, por exemplo.	7,7%	38,5%	7,7%	23,1%	7,7%	15,4%	0%
P14 - Engajo-me em ações que protegem os direitos humanos em prol da dignidade e igualdade entre as pessoas.	7,7%	15,4%	30,8%	30,8%	0%	15,4%	0%

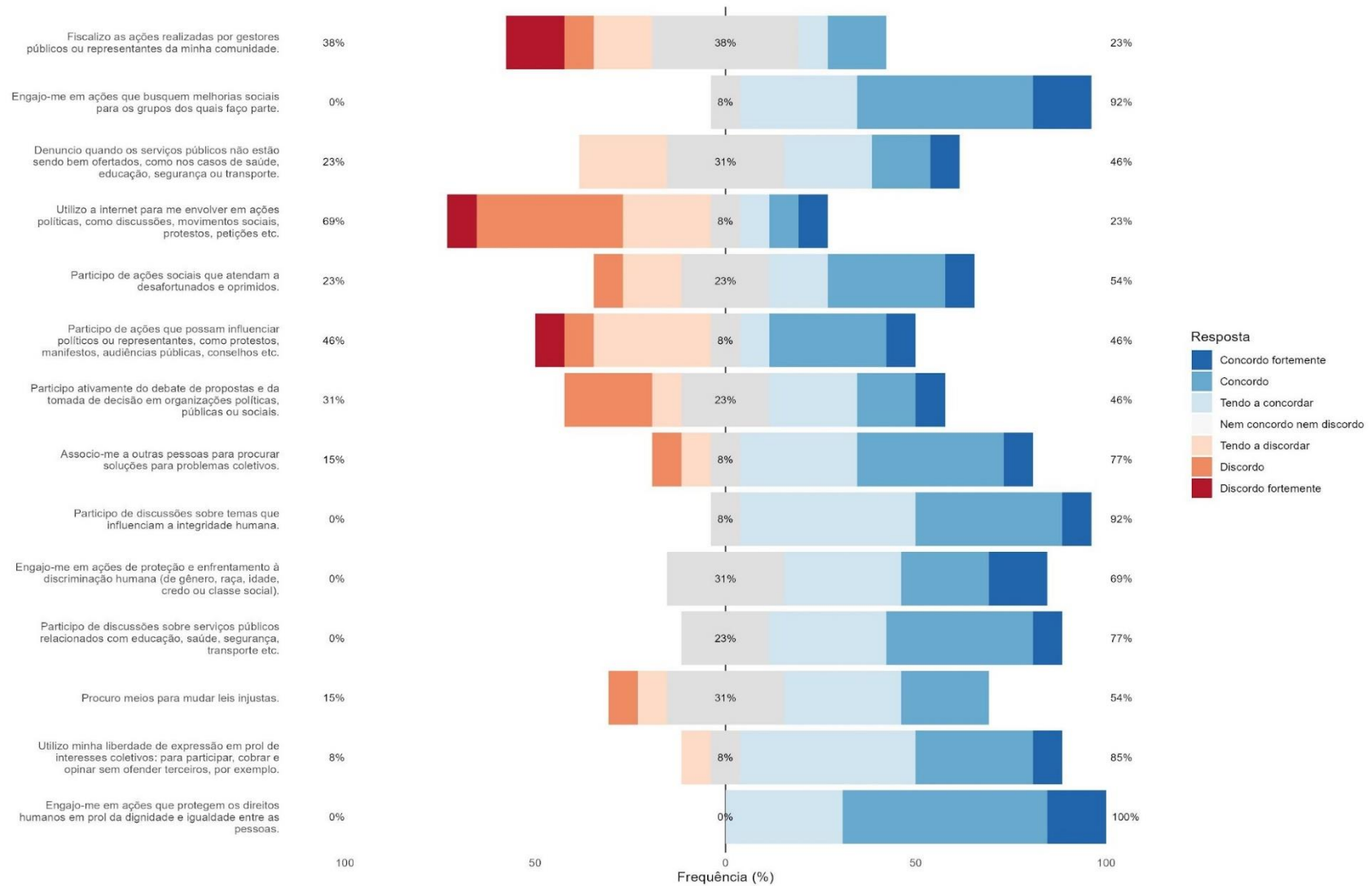
Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.6 – Análise descritiva dos dados obtidos no questionário de práticas de cidadania (antes)

Perguntas	Média	Mediana	Desvio padrão
P1 - Fiscalizo as ações realizadas por gestores públicos ou representantes da minha comunidade.	3,08	2	2,02
P2 - Engajo-me em ações que busquem melhorias sociais para os grupos dos quais faço parte.	5,23	6	1,09
P3 - Denuncio quando os serviços públicos não estão sendo bem ofertados, como nos casos de saúde, educação, segurança ou transporte.	3,77	4	1,64
P4 - Utilizo a internet para me envolver em ações políticas, como discussões, movimentos sociais, protestos, petições etc.	3,38	4	1,89
P5 - Participo de ações sociais que atendam a desafortunados e oprimidos.	4,38	4	1,56
P6 - Participo de ações que possam influenciar políticos ou representantes, como protestos, manifestos, audiências públicas, conselhos etc.	3,23	3	1,83
P7 - Participo ativamente do debate de propostas e da tomada de decisão em organizações políticas, públicas ou sociais.	3,46	3	1,76
P8 - Associo-me a outras pessoas para procurar soluções para problemas coletivos.	5,38	5	1,12
P9 - Participo de discussões sobre temas que influenciam a integridade humana.	4,46	4	1,33
P10 - Engajo-me em ações de proteção e enfrentamento à discriminação humana (de gênero, raça, idade, credo ou classe social).	4,85	5	1,57
P11 - Participo de discussões sobre serviços públicos relacionados com educação, saúde, segurança, transporte etc.	4,08	4	1,93
P12 - Procuro meios para mudar leis injustas.	4,15	4	1,95
P13 - Utilizo minha liberdade de expressão em prol de interesses coletivos: para participar, cobrar e opinar sem ofender terceiros, por exemplo.	4,69	5	1,65
P14 - Engajo-me em ações que protegem os direitos humanos em prol da dignidade e igualdade entre as pessoas.	4,54	5	1,45

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Gráfico 5.4 – Gráfico de barras divergentes para as práticas de cidadania (depois)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.7 – Práticas de cidadania (depois)

Perguntas	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
P1 - Fiscalizo as ações realizadas por gestores públicos ou representantes da minha comunidade.	0%	15,4%	7,7%	38,5%	15,4%	7,7%	15,4%
P2 - Engajo-me em ações que busquem melhorias sociais para os grupos dos quais faço parte.	15,4%	46,2%	30,8%	7,7%	0%	0%	0%
P3 - Denuncio quando os serviços públicos não estão sendo bem ofertados, como nos casos de saúde, educação, segurança ou transporte.	7,7%	15,4%	23,1%	30,8%	23,1%	0%	0%
P4 - Utilizo a internet para me envolver em ações políticas, como discussões, movimentos sociais, protestos, petições etc.	7,7%	7,7%	7,7%	7,7%	23,1%	38,5%	7,7%
P5 - Participo de ações sociais que atendam a desafortunados e oprimidos.	7,7%	30,8%	15,4%	23,1%	15,4%	7,7%	0%
P6 - Participo de ações que possam influenciar políticos ou representantes, como protestos, manifestos, audiências públicas, conselhos etc.	7,7%	30,8%	7,7%	7,7%	30,8%	7,7%	7,7%
P7 - Participo ativamente do debate de propostas e da tomada de decisão em organizações políticas, públicas ou sociais.	7,7%	15,4%	23,1%	23,1%	7,7%	23,1%	0%
P8 - Associo-me a outras pessoas para procurar soluções para problemas coletivos.	7,7%	38,5%	30,8%	7,7%	7,7%	7,7%	0%
P9 - Participo de discussões sobre temas que influenciam a integridade humana.	7,7%	38,5%	46,2%	7,7%	0%	0%	0%
P10 - Engajo-me em ações de proteção e enfrentamento à discriminação humana (de gênero, raça, idade, credo ou classe social).	15,4%	23,1%	30,8%	30,8%	0%	0%	0%
P11 - Participo de discussões sobre serviços públicos relacionados com educação, saúde, segurança, transporte etc.	7,7%	38,5%	30,8%	23,1%	0%	0%	0%
P12 - Procuo meios para mudar leis injustas.	0%	23,1%	30,8%	30,8%	7,7%	7,7%	0%
P13 - Utilizo minha liberdade de expressão em prol de interesses coletivos: para participar, cobrar e opinar sem ofender terceiros, por exemplo.	7,7%	30,8%	46,2%	7,7%	7,7%	0%	0%
P14 - Engajo-me em ações que protegem os direitos humanos em prol da dignidade e igualdade entre as pessoas.	15,4%	53,8%	30,8%	0%	0%	0%	0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Tabela 5.8 – Análise descritiva dos dados obtidos no questionário de práticas de cidadania (depois)

Perguntas	Média	Mediana	Desvio padrão
P1 - Fiscalizo as ações realizadas por gestores públicos ou representantes da minha comunidade.	3,62	4	1,61
P2 - Engajo-me em ações que busquem melhorias sociais para os grupos dos quais faço parte.	5,69	6	0,85
P3 - Denuncio quando os serviços públicos não estão sendo bem ofertados, como nos casos de saúde, educação, segurança ou transporte.	4,54	4	1,27
P4 - Utilizo a internet para me envolver em ações políticas, como discussões, movimentos sociais, protestos, petições etc.	3,23	3	1,79
P5 - Participo de ações sociais que atendam a desafortunados e oprimidos.	4,69	5	1,49
P6 - Participo de ações que possam influenciar políticos ou representantes, como protestos, manifestos, audiências públicas, conselhos etc.	4,23	4	1,88
P7 - Participo ativamente do debate de propostas e da tomada de decisão em organizações políticas, públicas ou sociais.	4,23	4	1,64
P8 - Associo-me a outras pessoas para procurar soluções para problemas coletivos.	5,08	5	1,38
P9 - Participo de discussões sobre temas que influenciam a integridade humana.	5,46	5	0,78
P10 - Engajo-me em ações de proteção e enfrentamento à discriminação humana (de gênero, raça, idade, credo ou classe social).	5,23	5	1,09
P11 - Participo de discussões sobre serviços públicos relacionados com educação, saúde, segurança, transporte etc.	5,31	5	0,95
P12 - Procuo meios para mudar leis injustas.	4,54	5	1,20
P13 - Utilizo minha liberdade de expressão em prol de interesses coletivos: para participar, cobrar e opinar sem ofender terceiros, por exemplo.	5,23	5	1,01
P14 - Engajo-me em ações que protegem os direitos humanos em prol da dignidade e igualdade entre as pessoas.	5,85	6	0,69

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Ao comparar visualmente os Gráficos 5.3 e 5.4, observa-se um deslocamento das respostas para as faixas de concordância (tons de azul), sugerindo uma percepção mais favorável dos discentes sobre seu papel social após a intervenção. Esse movimento é particularmente visível em itens que abordam temas éticos e coletivos, com destaque para as questões: **P14**, referente ao engajamento em direitos humanos (atingindo 100% de concordância somada); **P9**, sobre discussões que influenciam a integridade humana; **P2**, relativa ao engajamento em melhorias sociais (92,4%); **P13**, sobre o uso da liberdade de expressão em prol de interesses coletivos (84,7%); e **P11**, que trata da participação em discussões sobre serviços públicos (77,0%). Esses dados indicam que a sequência didática pode ter contribuído para uma visão mais participativa dos estudantes, especialmente em temas de apelo social e humanitário. Para verificar se esse deslocamento observado nos gráficos apresenta significância estatística, procedeu-se à aplicação dos testes descritos a seguir.

Inicialmente, aplicou-se o teste de normalidade de Shapiro-Wilk à diferença entre os escores totais pré e pós-intervenção. O resultado indicou um valor de $W = 0,9379$ com $p\text{-valor} = 0,4308$. Dado que o $p\text{-valor}$ é superior ao nível de significância de 0,05, não se rejeita a hipótese de normalidade dos dados, legitimando a utilização de testes paramétricos.

Diferentemente do observado nas atitudes científicas, o resultado do teste t pareado indicou uma diferença estatisticamente significativa entre as médias do pré e pós-teste ($t(12) = -3,97$; $p\text{-valor} = 0,0018$). O valor de $p < 0,01$ oferece forte evidência de que a intervenção pedagógica promoveu uma mudança positiva e mensurável na forma como os estudantes percebem seu papel cívico. A média das diferenças (*mean difference*: $-8,23$) aponta para um aumento substancial na pontuação total, corroborando a hipótese de que a articulação entre a investigação científica-cultural e o enfoque CTS constitui uma estratégia promissora para a formação cidadã.

A análise detalhada das médias por questão permite identificar quais práticas específicas impulsionaram esse crescimento geral. Embora a tendência de aumento tenha sido observada na maioria dos itens do questionário (ver Tabelas 5.6 e 5.8), destacamos aquelas que apresentaram variação superior a 1,0 ponto na escala.

- **P6 (Influenciar políticos e representantes):** A média elevou-se de 3,23 para 4,23 (+1,00). Este dado sugere um deslocamento da zona de discordância para um patamar de neutralidade com tendência à concordância, o que pode sinalizar uma percepção mais favorável dos discentes quanto à possibilidade de influenciar decisões políticas.
- **P11 (Discussão sobre serviços públicos):** A média avançou de 4,07 para 5,30 (+1,23). É possível inferir que atividades como o mapeamento dos ruídos da cidade e a discussão

sobre a legislação municipal provavelmente contribuíram para conectar o conteúdo escolar à fiscalização dos serviços urbanos, favorecendo essa mudança na percepção dos participantes.

- **P14 (Defesa da dignidade e direitos humanos):** A média subiu de 4,53 para 5,84 (+1,31). A redução observada no desvio padrão (de 1,45 para 0,68) sugere uma maior convergência de opiniões entre os participantes, indicando uma possível consolidação de posturas favoráveis sobre a importância de proteger direitos humanos.

Em suma, os resultados confirmam que a participação dos alunos na sequência didática alterou significativamente a autopercepção deles sobre suas práticas como cidadãos. O deslocamento positivo nas médias, especialmente nas questões que envolvem interação com o poder público e defesa de direitos, indica um potencial da investigação científica-cultural articulada com o enfoque CTS como um instrumento de letramento político e ação social.

4.3 Análise das entrevistas

Nesta seção, analisa-se as entrevistas realizadas ao final da intervenção. Esta etapa qualitativa tem como objetivo avaliar o efeito da participação nas aulas sob a ótica dos próprios participantes, buscando identificar em que medida as atividades influenciaram suas percepções. Através dos relatos, buscou-se compreender as dimensões de atitude científica e práticas de cidadania, permitindo uma interpretação que aprofunda os dados obtidos nos questionários.

Participaram desta etapa qualitativa seis estudantes, selecionados com base na identificação de mudanças expressivas em suas respostas nos questionários Likert. Para preservar a identidade dos participantes, foram adotados os pseudônimos Skyler, Todd, Hank, Jane, Jesse e Walter. Ao todo, conduziu-se três entrevistas individuais (com Skyler, Todd e Hank) e uma entrevista em grupo (com Jane, Jesse e Walter). O critério de escolha dos integrantes do grupo foi uma convergência na resposta dos selecionados para a faixa de concordância no questionário de práticas de cidadania. As entrevistas individuais apresentaram uma duração média de 15 minutos, enquanto a discussão em grupo estendeu-se por aproximadamente 43 minutos. Todas as falas foram registradas mediante gravação de áudio e, posteriormente, transcritas na íntegra para análise. O roteiro de entrevista foi composto por oito questões gerais, acrescidas de perguntas específicos de acordo com as respostas individuais nos questionários, destacando-se perguntas como:

1. A ideia de construir um aparelho para medir o som e usar na cidade mudou a forma como vocês enxergam a utilidade da Física no dia a dia?

2. O que, durante a atividade, mais te marcou ou te fez repensar sobre a prática da cidadania?
3. Se um amigo perguntasse o que Física tem a ver com o barulho da rua, o que vocês diriam?
4. O que fez você passar a acreditar que é possível um cidadão comum influenciar os políticos?

Cabe observar que as interações se caracterizaram por depoimentos objetivos, nos quais os estudantes utilizaram, predominantemente, frases curtas e diretas. Essa brevidade nas respostas parece ser um reflexo do perfil dos participantes, sugerindo certa timidez ou uma postura de síntese diante das questões propostas. Tal característica fez com que a análise buscasse extrair significados das manifestações pontuais dos discentes.

A análise das falas foi estruturada seguindo a técnica de análise temática, fundamentada nos pressupostos de Braun e Clarke (2006) e complementada pelas orientações metodológicas de Dias e Mishima (2023). O processo iniciou-se com a familiarização dos dados por meio da leitura exaustiva das transcrições das entrevistas individuais e coletiva, buscando identificar padrões de significado.

Inicialmente, foram demarcadas as *unidades de registro*, que correspondem aos fragmentos ou segmentos textuais dotados de sentido em relação aos objetivos da pesquisa. Esses fragmentos foram, então, organizados em *unidades de contexto*, permitindo que o sentido da fala fosse compreendido em sua totalidade dentro do diálogo. A partir do agrupamento dessas unidades, emergiram os *núcleos de sentido*, que representam as ideias centrais manifestadas pelos estudantes. Por fim, esses núcleos foram refinados e categorizados nos quatro temas principais desta análise que surgiram dos dados: (1) Ressignificação da disciplina e do aprendizado de Física; (2) Ruptura do ensino tradicional; (3) Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos; e (4) Cidadania como valores éticos e convivência. O Quadro 4 apresenta a consolidação desses temas, seus núcleos de sentido e fragmentos representativos das falas dos alunos.

Como exemplo deste processo de codificação, o fragmento em que a estudante Skyler menciona que “*Eu gostei porque foi uma maneira diferente de abordar Física e esses temas. De uma maneira muito interessante. Porque você pensa, Física é chato*” (*unidade de registro*) foi identificado como parte da “Desconstrução da imagem negativa da disciplina” (*núcleo de sentido*), sendo integrado ao tema de “Ressignificação da disciplina e do aprendizado de Física”. O detalhamento da análise individualizada de cada participante, contendo a relação completa entre fragmentos e temas, encontra-se disponível no Anexo C.

O Tema 1 (**Ressignificação da disciplina e do aprendizado de Física**) e o Tema 2 (**Ruptura do ensino tradicional**) diferenciam-se pelo objeto de mudança relatado pelos discentes. No primeiro tema (1), a mudança ocorre na relação com a disciplina de Física na escola: os relatos sugerem que estudantes que antes não possuíam interesse ou afinidade pela disciplina, pois existia uma visão de pré-conceito que era uma matéria curricular difícil ou desinteressante, passaram a percebê-la como uma ferramenta atrativa para interpretar fenômenos do cotidiano que antes lhes eram invisíveis. Por outro lado, o segundo tema (2) concentra-se na percepção sobre a prática pedagógica, valorizando a interdisciplinaridade, o uso de tecnologias e a experimentação em contraste com o modelo tradicional de ensino. Assim, os temas relacionados às atitudes positivas em relação à Ciência dos estudantes focam no interesse dos estudantes pela Física após a aplicação da sequência didática (1) e no impacto das diferentes estratégias de ensino empregadas nas aulas (2).

De modo semelhante, a diferenciação entre o Tema 3 (**Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos**) e o Tema 4 (**Cidadania como valores éticos e convivência**) reside na esfera de atuação social apontada pelos alunos. O Tema 3 emerge da dimensão institucional da cidadania, voltada ao entendimento de leis, trâmites governamentais e ferramentas de participação direta no sistema político. O tema também contempla uma experiência dos estudantes no ambiente escolar que envolveu a tentativa de organização de um grêmio estudantil e a existência de tensões entre o desejo de participação discente e as barreiras institucionais impostas pela gestão da escola. Essa experiência foi trazida na entrevista pela aluna Jane e reforçado pelo aluno Jesse no grupo de alunos entrevistados. Por outro lado, o Tema 4 volta-se para a dimensão ética e social dos indivíduos, focando no desenvolvimento da sensibilização coletiva, do diálogo, da tolerância e da consciência sobre como as próprias atitudes impactam a convivência e o bem-estar dos outros na comunidade.

Quadro 5.1 – Análise temática das entrevistas

(Continua)

Temas	Núcleos de sentido	Exemplo de unidade de registro / fragmento
Ressignificação da disciplina e do aprendizado de Física	Desconstrução da imagem negativa da disciplina	“Eu gostei porque foi uma maneira diferente de abordar Física e esses temas. De uma maneira muito interessante. Porque você pensa, Física é chato.” [Skyler]
	Mudança de atitude e abertura ao aprendizado	“Não, tipo, eu acho que agora eu dou uma chance a mais. [...] Porque antes nem chance tinha. Eu falava, não, Física não. Agora eu estou mais aberta a isso.” [Skyler]
	Conexão com saberes prévios e cotidiano	“O do 'abafado' eu já sabia, porque eu nasci e cresci na igreja [...] esse decibelímetro eu achei legal pra montar [...] mas eu acho que o da Mola, que eu, tipo, mais me surpreendeu, porque eu não sabia.” [Todd]

Quadro 5.1 – Análise temática das entrevistas

(continua)

Temas	Núcleos de sentido	Exemplo de unidade de registro / fragmento
	Consolidação de conceitos	"não influenciou muito no, tipo, em alguma mudança do que eu penso ou sobre o que eu sei sobre o som. [...] pra mim não mudou muito porque eu já sabia das regras do som que tem aqui." [Todd]
	Superação da dificuldade de aprendizado via contextualização	"Porque o meu raciocínio é muito fraco com a Matemática, mas eu consegui acompanhar bem. [...] É que eu nunca fui muito fã de Física. [...] mas especialmente sobre aprender sobre esse assunto, eu gostei bastante." [Hank]
	A Ciência como explicação do cotidiano	"são coisas que a gente já vê no dia a dia, mas quando você estuda, você entende o porquê que acontece, entendeu? São coisas casuais que a gente entende depois." [Hank]
	Física no cotidiano	"Mas depois do projeto, a Física faz bastante parte do nosso dia a dia sem perceber. [...] Agora, depois do projeto, eu percebi! [...] Tem Física em qualquer lugar." [Jesse]
Ruptura do ensino tradicional	Valorização da prática	"Sim, porque tanto como a gente aprendeu, a gente viu na prática. Então, é um jeito mais interessante de ver isso." [...] "eu achei muito doida porque você pensa em um monte de coisinha que você (monta)... Sabe, vira um treinzão doido." [Skyler]
	Reconhecimento da interdisciplinaridade	"Que todas se unem por um propósito, né? Porque eu acho que na escola eles ensinam as coisas de forma muito desconexa. Uma matéria nunca faz sentido com a outra." [Jane]
	Integração interdisciplinar	[...] "porque eu acho que difere muito a aula dentro de sala de aula e dentro do projeto, porque foi muito diferente" [...] "Então, ter uma aula assim foi muito bom" [...] "É, tipo, tudo se complementa, né?" [Skyler]
	Visita técnica	"A gente foi lá na rádio, viu também. [...] A gente foi pra rua, pegou os dados, o pessoal entrevistou o pessoal." [Skyler]
	Descontração e aprendizado	"Eu gostei, porque é um jeito de meio que sair da rotina das aulas, né, de descontrair se ainda tá aprendendo [...] é diferente e é divertido ao mesmo tempo." [Todd]
	Carência de experimentação no currículo regular	"Diferencia, né, porque é método diferente. [...] Na escola, acho que quase nunca, ou nunca teve, que eu me lembro. [...] Laboratório, eu nunca fui, eu tô no segundo ano e eu nunca fui." [Todd]
	Interatividade versus tradicional	"Muita coisa, é mais interativo, né? Não é só roteirizado, parece que a gente só realmente está tendo uma conversa, entendendo sobre o assunto." [Hank]
	Democratização do acesso a recursos	"escola pública, raramente tem essas oportunidades de realmente mexer com as coisas, né? Daí foi interessante ter acesso." [Jane]
	Protagonismo estudantil	"Nenhum professor captou como tipo... a forma do aluno pensar e aprender... Porque o seu tipo de ensino é muito mais preparado para os jovens, sabe?"... "Ele [aluno desinteressado] foi mais ativo no projeto do que mais dentro da sala de aula... O projeto em si foi ótimo." [Jesse]

Quadro 5.1 – Análise temática das entrevistas

(continua)

Temas	Núcleos de sentido	Exemplo de unidade de registro / fragmento
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Dever de fiscalização e direitos	"Porque o projeto me mostrou que a gente tem que fazer isso. Que a gente... Que é o nosso dever como povo. A gente cobrar o que é nosso direito, né? E agora saber... Tipo, a gente tem que saber o que é direito, o que é nosso por direito." [Skyler]
	Conhecimento dos mecanismos de participação	"É porque agora, sabendo, tipo, que tem meios pra mudar essas leis, já é um incentivo. Porque antes, a gente... a gente não busca isso [...] Então, tendo uma ideia, a gente fica mais interessado." [Skyler]
	Descoberta dos trâmites institucionais	"Ficou [mais claro]. Porque, por exemplo, eu não sabia, tipo, se eu estivesse um negócio, eu achava que era só mandar para a prefeitura alguma coisa. Não sabia se, tipo, ter uma audiência, apresentar algum tipo de projeto." [Todd]
	Relação da educação familiar com a formação cidadã	"Acho que o principal é a educação em casa, né? [...] É difícil uma pessoa que já tem 16 anos igual eu, que nunca participei, começar a participar só por causa do projeto." [Todd]
	Importância da participação de temas políticos	"nesse mesmo dia que a gente falou que não gostava de política, eu percebi que era necessário [...] quando eu deixo de ter uma opinião, uma pessoa com uma opinião diferente da minha vai lá e opina. E acaba vencendo dentro da política." [Hank]
	Reconhecimento da omissão	"Eu não procurava antes, porque eu não entendia nada. E agora eu realmente percebi que eu não procuro. [...] Mas é só a verdade, infelizmente." [Hank]
	Sentimento de importância e pertencimento	"O fato da gente estar na Câmara é muito importante [...] a gente está expondo uma opinião nossa [...] O fato da gente ter sido importante para alguma coisa, já me deixa um pouco mais feliz." [Hank]
	Conhecimento técnico como poder de intervenção	"eu avisei pra ela sobre esses trem, se alguém quisesse denunciar realmente por poluição sonora... a igreja poderia fechar. E eu falava isso pra ela desde antes do projeto. E agora, depois do projeto, só intensificou." [Jesse]
	Barreiras institucionais à participação	"É mais nós tentando e eles [direção da escola] impondo." [Jesse] "a diretoria não quer ouvir, porque acha que eles [os alunos] tão fazendo bagunça demais, mas eles [alunos] tão fazendo bagunça demais só pra irritar a diretoria porque eles [a direção] não concordam com as atitudes" [Jane]
	Ação coletiva	"você precisa primeiro convencer uma massa de gente pra ir todo mundo reclamar ou fazer um protesto." [Jane] "se sua irmã também, tipo, concordasse... fazer uma junção em massa e tal, você teria muito voz lá dentro." [Jesse para Walter]

Quadro 5.1 – Análise temática das entrevistas

(conclusão)

Temas	Núcleos de sentido	Exemplo de unidade de registro / fragmento
Cidadania como valores éticos e convivência	Consciência baseada em evidências científicas	"Aí o Walter... virou e perguntou: 'vê quantos decibéis medem aí', e estava, tipo, muito alto. [...] Era! Contrataram um DJ... Aí eu fui medir, e estava, tipo uma 'rave' mesmo." [Skyler]
	Consciência baseada em evidências	"Acho que com todos os dados que a gente colheu [...] Deu, tipo, um... Sabe, um estalar, assim, na minha mente que é um negócio que a gente tem que abordar mais, que é um negócio mais sério que a gente não fala." [Skyler]
	Reflexão e ação na comunidade	"A minha opção mudou porque eu considerei esse projeto uma maneira de denúncia, né, do problema da poluição sonora apesar de, tipo, eu não pensar sobre isso antes." [Jane]
	Tolerância e diálogo democrático	"Eu acho que em qualquer quesito a gente tem que ter a mente mais aberta, né? Independente da opinião que a gente tem." [...] "Agora eu me acho, tipo, mais aberta a falar com qualquer tipo de pessoa." [Skyler]
	Educação como ferramenta de mudança	"Aí eu sempre coloco 'conscientizar o povo', sabe? [...] O trabalho foi uma experiência disso. Às vezes a gente não tem noção de nada, só que com esse tipo de mudança pública, de projeto, a gente consegue entender e ter uma base pra isso." [Skyler]
	Cidadania como necessidade pessoal	"Eu acho que é precisão. Por exemplo, se está afetando ele, negativamente, aí ele vai precisar se posicionar de algum jeito. [...] Eu não sou uma pessoa muito... que, tipo, se a pessoa não me impedir, eu não vou me envolver no problema dos outros." [Todd]
	Aversão ao conflito e distanciamento político	"Um assunto pra mim só trazia discussão. [...] É, só discussão e sem motivos. [...] Então às vezes pode sair alguns insultos [...] Eu prefiro ficar mais distante nesse tipo de situação." [Todd]
	Mediação em esfera social	"Ficou [mais claro]. Porque, por exemplo, eu não sabia, tipo, se eu estivesse um negócio, eu achava que era só mandar para a prefeitura alguma coisa. Não sabia se, tipo, ter uma audiência, apresentar algum tipo de projeto." [Todd]
	Diálogo como ferramenta de ação	"Eu me posicionaria para conversar. Mas nada com intriga [...] Entender a opinião dele, né? [...] Minha opinião não vai ser tão levada a sério. Mas é bom expor, né?" [Hank]
	Conhecimento científico como base para o bem-estar coletivo	"Depois que a gente esteve dentro do projeto, a gente olha muito mais coisas, né? Por exemplo, a gente está na rua assim, e passa um som barulhento, opa, esse é 80 decibéis. A gente pensa, né?" [Hank]

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Aqui analisaremos as ideias que emergiram a partir da análise temática, adentrando nos núcleos de sentido e o que eles podem elucidar sobre as falas dos discentes. Nas subseções a seguir, será discutido cada tema tomando como base os fragmentos já apresentados no Quadro 4.1.

Antes de iniciar a discussão de cada tema, é necessário apontar uma crítica metodológica sobre a condução das entrevistas e natureza desses dados. Ao analisar as transcrições, percebe-

se que os estudantes se orientaram predominantemente pela dimensão da disciplina escolar (o “fazer”, o “divertido”, o “diferente”) e menos na natureza da Ciência enquanto corpo de conhecimento, que era a intenção inicial. Isso se deve, em grande parte, à condução da entrevista que se iniciava com a seguinte pergunta: “*Você acha que foi diferente a Física que você vê na sala de aula da que aprendeu aqui?*” – me referindo as aulas da sequência didática. Esta pergunta induziu os participantes a estabelecerem um comparativo entre métodos de ensino (tradicional versus investigativo). Portanto, as falas dos alunos se alinharam à adesão positiva à estratégia didática proposta. O que os alunos relatam não gostar, não é necessariamente da Física como Ciência, mas da disciplina de Física tal como ensinada (tradicionalmente) na Educação Básica. Essa orientação das respostas não permitiu avaliar a mudança na “atitude científica”, mas no engajamento pedagógico.

4.3.1 Tema 1: Ressignificação da disciplina e do aprendizado de Física

O primeiro tema aborda o deslocamento observado nos relatos dos estudantes: a transição de um desinteresse ou rejeição pela disciplina de Física para uma postura de maior interesse pela matéria.

Os relatos dos estudantes indicam que a sequência didática favoreceu o engajamento pedagógico, permitindo que eles identificassem sentido em conteúdos que anteriormente lhes pareciam distantes ou excessivamente complexos. Contudo, vale lembrar que são estudantes com uma pré-disposição favorável ao aprendizado de conteúdos científicos.

Esse engajamento manifesta-se nos núcleos **‘Desconstrução da imagem negativa da disciplina’** e **‘Mudança de atitude e abertura ao aprendizado’**. Os fragmentos indicam que a intervenção pode ter favorecido a quebra do estereótipo de que a Física é uma matéria monótona ou “*chata*”. O relato de Skyler ilustra essa mudança ao vivenciar a metodologia proposta na intervenção, a estudante repensou sua rejeição prévia pela disciplina, evidenciando essa transição em sua fala: “*eu acho que agora eu dou uma chance a mais. [...] Porque antes nem chance tinha. Eu falava, não, Física não. Agora eu estou mais aberta a isso*”. Esse movimento sugere que, ao perceberem uma abordagem diferenciada, os alunos que antes evitavam a disciplina passaram a se mostrar mais receptivos ao conhecimento. Esse movimento sugere que, ao perceberem uma abordagem diferenciada, os alunos que antes evitavam a disciplina passaram a se mostrar mais abertos ao conhecimento.

A análise aponta que o aumento de interesse também foi impulsionado pela **‘Conexão com saberes prévios e cotidiano’**, pela **‘Consolidação de conceitos’** e pela **‘Superação da**

difficuldade de aprendizado via contextualização'. Nota-se que o interesse dos discentes parece aumentar quando eles percebem que são capazes de compreender o conteúdo. Hank, por exemplo, que se autodeclarava com *"raciocínio fraco"* em matemática, sugere que a metodologia prática permitiu que ele acompanhasse temas que normalmente não conseguiria, superando barreiras iniciais. Já no caso de Todd, o interesse foi mediado pela validação de conhecimentos que ele já possuía (o som na igreja), o que parece ter conferido uma nova relevância teórica a uma prática que ele já exercia empiricamente.

Por fim, os núcleos **'A Ciência como explicação do cotidiano'** e **'Física no cotidiano'** consolidam essa nova percepção de valorização da disciplina. Para o grupo, a Física deixou de ser uma abstração da lousa e fórmulas para ser algo percebido *"em qualquer lugar"*, como na rua ou na música. Como destacado por Jesse e Hank, a intervenção pode revelar os princípios físicos no dia a dia e parece ter transformado o desinteresse inicial em um olhar mais atento aos fenômenos do seu entorno. Assim, a construção do decibelímetro e as demais atividades práticas sugerem ter materializado o conhecimento teórico em uma ferramenta útil, tornando a Física uma disciplina mais próxima e interessante para os participantes.

4.3.2 Tema 2: Ruptura do ensino tradicional

O segundo tema revela que o envolvimento dos discentes foi mediado pela quebra da forma escolar tradicional. Enquanto o tema anterior tratou da relação de interesse do aluno com o conteúdo da Física aprendido na escola, este tema concentra-se na percepção dos estudantes sobre a estrutura pedagógica e o ambiente de aprendizagem. Os relatos sugerem que a sequência didática funcionou como um elemento de contraste, evidenciado pelo agrupamento de núcleos que discutem a prática, a estrutura curricular e a relação pedagógica.

No que se refere à dimensão prática e material, destacam-se os núcleos **'Valorização da prática'**, **'Carência de experimentação no currículo regular'** e **'Democratização do acesso a recursos'**. Os fragmentos de fala indicam que a crítica dos estudantes ao ensino tradicional foi despertada pela possibilidade de visualizar a teoria em funcionamento, conforme relatado por Skyler ao mencionar a manipulação de equipamentos como o Arduino. Essa adesão parece ser acentuada por uma lacuna no ensino regular, Todd por exemplo, evidencia a ausência de atividades experimentais em sua trajetória, tornando a sequência didática um evento singular. Para Jane, em sua fala *"escola pública, raramente tem essas oportunidades de realmente mexer com as coisas"* - se referindo aos aparatos tecnológicos - essa ruptura também assume um caráter social, em sua visão, o acesso a tecnologias que normalmente restritas ao ensino privado

promoveu um sentimento de valorização, sugerindo que a democratização de recursos é um fator preponderante para o engajamento em escolas públicas.

Uma segunda frente de ruptura refere-se à organização do conhecimento, englobando os núcleos de **‘Integração interdisciplinar’**, **‘Reconhecimento da interdisciplinaridade’** e **‘Visita técnica’**. Houve um consenso entre os participantes de que o ensino tradicional se apresenta de forma fragmentada, enquanto a proposta interdisciplinar permitiu uma conexão entre Física, Matemática, Geografia, Português e História para analisar a questão da poluição sonora na comunidade. A realização de atividades externas, tais como entrevistas, a visita à rádio e a coleta da intensidade sonora das ruas e avenidas, parece ter reforçado a percepção de que o ensino tradicional é limitado e fragmentado. Além disso, estas atividades provavelmente permitiram que os alunos relacionassem os conteúdos de diferentes das áreas frente a problemas reais da comunidade.

Por fim, a ruptura do ensino tradicional também se manifestou na interação entre professor e estudantes, por meio dos núcleos **‘Descontração e aprendizado’**, **‘Interatividade versus tradicional’** e **‘Protagonismo estudantil’**. Os estudantes, como Hank, contrapuseram o modelo *“roteirizado”* das aulas habituais ao formato de *“conversa”* e interatividade da sequência didática, ele se refere que os alunos estavam abertos a dialogar com colegas e professor sobre o conteúdo estudado. Essa quebra de hierarquia, somada à percepção de Jesse de que a sequência didática foi *“preparado para os jovens”*, sugere que a percepção do docente em captar diferentes formas de pensar dos alunos favorece o protagonismo, impulsionando inclusive aqueles estudantes que costumavam apresentar posturas desinteressadas, como citado por ele em seu fragmento de fala.

4.3.3 Tema 3: Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos

O terceiro tema investiga a dimensão institucional da cidadania, este tema surge do entendimento dos alunos de que a atuação social exige o domínio de trâmites burocráticos e o uso de ferramentas de fiscalização. Os relatos sugerem que a intervenção pedagógica pode ter favorecido a autonomia dos estudantes, permitindo que deixassem uma postura de neutralidade para uma compreensão mais ativa de seus direitos e deveres.

No que se refere à instrumentalização para a ação, os dados sugerem que o domínio de conteúdos técnicos e legais pode atuar como um facilitador para o exercício da cidadania. Esse processo é evidenciado pelos núcleos **‘Conhecimento técnico como poder de intervenção’**,

‘Conhecimento dos mecanismos de participação’, ‘Dever de fiscalização e direitos’ e ‘Descoberta dos trâmites institucionais’.

A análise indica que o estudo de legislações e o uso do decibelímetro permitiram que os discentes percebessem a Ciência como uma ferramenta de intervenção direta na comunidade. Skyler, por exemplo, ressignificou seu papel social ao compreender que a fiscalização é um dever do cidadão, afirmando que: *“O projeto me mostrou que a gente tem que fazer isso. Que é o nosso dever como povo. A gente cobrar o que é nosso direito”*. Para a estudante, o simples fato de saber que existem instrumentos para amparar suas reivindicações funciona como um estímulo para o engajamento, pois *“sabendo, tipo, que tem meios pra mudar essas leis, já é um incentivo”*.

Essa percepção da Ciência como um critério para a ação prática é reforçada pelo relato de Jesse. O estudante utilizou os conhecimentos sobre limites de decibéis para mediar conflitos em sua esfera social, sinalizando que a Física deixou de ser um conteúdo escolar para se tornar um argumento de fiscalização: *“eu avisei pra ela [mãe] sobre esses trem, se alguém quisesse denunciar realmente por poluição sonora... a igreja poderia fechar”*. No trecho *“esses trem”*, Jesse se refere a legislação municipal e ao conteúdo de acústica estudado no projeto, isso sugere que o letramento científico pode conferir ao jovem uma autoridade argumentativa que ele possivelmente não possuía antes da intervenção.

Complementarmente, o núcleo **‘Descoberta dos trâmites institucionais’** revela que o projeto pode ter auxiliado na desmistificação do sistema político. Todd observa que sua visão anterior sobre a participação era limitada e pouco clara: *“eu não sabia, tipo, se eu estivesse um negócio, eu achava que era só mandar para a prefeitura alguma coisa. Não sabia se, tipo, ter uma audiência, apresentar algum tipo de projeto”*. A fala do estudante indica que a vivência pedagógica em instâncias como a Câmara Municipal permitiu uma compreensão mais sofisticada dos canais de decisão, sugerindo que o acesso à informação técnica e burocrática é um passo fundamental para que o jovem se sinta capaz de exercer sua autonomia na prática.

Uma segunda dimensão deste tema refere-se ao sujeito como ator ativo na esfera pública, englobando os núcleos **‘Importância da participação de temas políticos’**, **‘Reconhecimento da omissão’** e **‘Sentimento de importância e pertença’**. Observou-se uma mudança na percepção política de Hank, que passou a compreender a omissão como uma escolha com consequências diretas na esfera pública. O estudante reflete sobre como a falta de posicionamento individual pode resultar na perda de representatividade, conforme expressa em sua fala: *“nesse mesmo dia que a gente falou que não gostava de política, eu percebi que era necessário [...] quando eu deixo de ter uma opinião, uma pessoa com uma opinião diferente da*

minha vai lá e opina. E acaba vencendo dentro da política". Esse reconhecimento, que o aluno associa a uma compreensão anterior limitada, sugere que a vivência ao longo da sequência didática contribuiu para que ele superasse a neutralidade, passando a valorizar a participação ativa como forma de evitar que terceiros decidam por ele. Contudo, o núcleo **'Relação da educação familiar com a formação cidadã'** traz uma ponderação necessária. Todd aponta que a escola possui limitações diante a trajetória de vida do estudante, afirmando: *"Acho que o principal é a educação em casa, né? [...] É difícil uma pessoa que já tem 16 anos igual eu, que nunca participei, começar a participar só por causa do projeto"*. Essa fala evidencia que o processo pelo qual o estudante desenvolve a consciência de seu papel político e a disposição para a participação na esfera pública não é imediata. O discente reconhece que a bagagem familiar exerce um peso que pode limitar ou potencializar o impacto de projetos escolares, sugerindo que a formação de um sujeito participante exige um processo contínuo que transcende a duração de uma sequência didática e aponta a importância da conexão família-escola.

Por fim, a análise revela a percepção dos estudantes sobre as **'Barreiras institucionais à participação'** e a necessária busca pela **'Ação coletiva'**. O desejo de exercer seus direitos frequentemente encontra obstáculos práticos no cotidiano institucional. Esse cenário foi evidenciado por um relato específico de tensão entre o corpo discente e a gestão escolar, trazido por Jane ao descrever a tentativa de organização de um grêmio estudantil. A estudante sugere que há um descrédito por parte da instituição, que tende a rotular manifestações como mera desordem: *"a diretoria não quer ouvir, porque acha que eles [os alunos] tão fazendo bagunça demais, mas eles [alunos] tão fazendo bagunça demais só pra irritar a diretoria porque eles [a direção] não concordam com as atitudes"*. Esse conflito é reforçado pela fala de Jesse, que descreve a relação com o poder institucional como uma disputa desigual: *"é mais nós tentando e eles [direção da escola] impondo"*. Essa experiência de ser desacreditado por instâncias de autoridade pode induzir à frustração e, conseqüentemente, à apatia política, evidenciando que a formação cidadã no ambiente escolar algumas vezes enfrenta desafios que transcendem o conteúdo pedagógico.

Diante dos relatos dos alunos tanto na tentativa de organização do grêmio escolar quanto na busca por mudanças na política municipal, o grupo parece ter concluído que a ação individual apresenta fragilidades e limitações. A percepção de cidadania, portanto, parece ter se reconfigurado para a compreensão de que a eficácia da participação pode residir na mobilização organizada. Jane aponta que, para obter representatividade, *"você precisa primeiro convencer uma massa de gente pra ir todo mundo reclamar ou fazer um protesto"*. Jesse corrobora essa

visão ao sugerir a Walter que a união de forças é o que garante o poder de influência: *“fazer uma junção em massa e tal, você teria muito voz lá dentro”* referindo-se a irmã do colega que trabalha na prefeitura da cidade e, conseqüentemente ele teria facilidades em ter contato com personagens importantes da política municipal. Nesse relato, o estudante exemplifica a necessidade de articulação política ao mencionar a rede de contatos de um colega com servidores da prefeitura, sugerindo que o acesso a figuras de poder pode ser facilitado pela mediação coletiva.

Em última análise, o Tema 3 sugere que, para os estudantes, a participação na esfera pública não é percebida como um exercício garantido ou natural, mas como uma prática que pode exigir o entendimento e o domínio de ferramentas para o exercício da cidadania, bem como o acesso a figuras da cidade que eles entendem como importantes. Uma possível conclusão que emerge dos relatos é que a eficácia da atuação política, na visão dos discentes, não parece depender de uma postura de neutralidade, mas deve impor suas ideias quando necessário. Contudo, essa atuação pode, muitas vezes, se deparam com dificuldades práticas para que os estudantes tenham voz, seja por meio de leis e normas rígidas, seja por regras internas das instituições ou do próprio poder público que limitam a capacidade de agir dos alunos conforme o que eles consideram justo. Então segundo eles, faz necessária a mobilização coletiva para que as demandas sejam efetivamente ouvidas.

4.3.4 Tema 4: Cidadania como valores éticos e convivência

O quarto tema que surge da fala dos alunos diz respeito a dimensão ética focada na convivência comunitária e no respeito mútuo. Os depoimentos sugerem que o papel de cidadão é percebido de maneiras distintas pelos estudantes: enquanto para alguns a cidadania está ligada à ação direta na comunidade, para outros ela se manifesta em uma esfera mais reclusa, priorizando a convivência pacífica (sem atuação) ou o distanciamento de embates políticos.

No que diz respeito à dimensão coletiva da cidadania, os núcleos **‘Consciência baseada em evidências’**, **‘Conhecimento científico como base para o bem-estar coletivo’** e **‘Reflexão e ação na comunidade’** sugerem que o domínio de dados técnicos pode atuar como um apoio para a responsabilidade social. Embora alguns desses núcleos dialoguem com a dimensão técnica discutida no Tema 3, como o uso do conhecimento para fiscalização, no Tema 4 a questão do uso do conhecimento é considerado sob a ótica da responsabilidade ética; isto é, como suporte para o respeito ao bem-estar coletivo e a conscientização sobre o impacto das ações individuais na convivência comunitária. Para os discentes, os dados indicam que o

contato com o decibelímetro permitiu que a percepção sobre a poluição sonora deixasse de ser meramente um simples incômodo pessoal, para se tornar um fato mensurável e passível de intervenção. Skyler relata que a análise dos dados concretos gerou um “*estalar*” de consciência sobre a gravidade do ruído urbano: “*Acho que com todos os dados que a gente colheu [...] Deu, tipo, um... Sabe, um estalar, assim, na minha mente que é um negócio que a gente tem que abordar mais*”. Essa transição sugere que o conceito científico de decibéis, passou a ser um critério de saúde e bem-estar, despertando na estudante o dever de alertar o próximo sobre os riscos do som intenso.

Essa apropriação técnica parece ter instrumentalizado o olhar dos discentes para o seu entorno, favorecendo uma percepção mais direta sobre o papel do cidadão em sua realidade. O relato de Jane é ilustrativo nesse sentido: a estudante admite que antes da intervenção não costumava refletir sobre problemas urbanos. Ao considerar o projeto como uma “*maneira de denúncia*”, Jane sinaliza que a uma compreensão de que a fiscalização e o posicionamento crítico em relação aos problemas do bairro são formas eficazes de atuação cidadã, as quais não faziam parte de seu repertório de preocupações anterior. Assim, o letramento científico parece ter fornecido a base necessária para que os jovens identifiquem problemas sociais e compreendam que possuem ferramentas para intervir neles em prol de um bem-estar social.

Um outro eixo de análise envolve os núcleos de **‘Tolerância e diálogo democrático’**, **‘Educação como ferramenta de mudança’** e **‘Diálogo como ferramenta de ação’**. Para parte do grupo, a cidadania é percebida como a capacidade de expandir a esfera de debate para além de suas bolhas sociais. Skyler associa o exercício cívico à necessidade de ter a “*mente aberta*” para ouvir opiniões divergentes, enquanto Hank reforça o uso do diálogo como estratégia, mesmo diante de oposições de ideias: “*Eu me posicionaria para conversar, mas nada com intriga [...] entender a opinião dele, né?*”. Tais falas sugerem que a educação científica pode fornecer a base para o que os alunos definem como “*conscientizar o povo*”, indicando que o conhecimento atua como um suporte para uma convivência mais democrática.

Contudo, a análise temática também revela resistências individuais nos núcleos de **‘Cidadania como necessidade pessoal’**, **‘Aversão ao conflito e distanciamento político’** e na figura de **‘Mediação em esfera social’**. Nota-se que, para alguns discentes, o engajamento político é percebido negativamente, associado a brigas e insultos. Todd, por exemplo, manifesta o desejo de se manter distante de debates ideológicos, sugerindo que sua participação cívica é ativada apenas diante de uma “*precisão*”, ou seja, de sua necessidade pessoal. Entretanto, esse mesmo estudante exerce uma forma de cidadania prática ao atuar como mentor voluntário de colegas mais novos em atividades esportivas, o que indica que a atuação social pode ocorrer

em esferas informais e interpessoais, ou seja, mesmo que o aluno não queira participar da “política” (nos referimos a votar, ir a protestos, debater leis na Câmara), ele ainda assim exerce cidadania no seu dia a dia, ajudando as pessoas.

Em suma, a análise sobre os temas que envolvem a cidadania sugere que a intervenção influenciou a percepção de práticas cidadãs dos discentes em relação a como lidar com o próximo, e quanto as formas de ajudar na sociedade. Essa percepção manifestou-se tanto na valorização do diálogo e da tolerância quanto em ações práticas de ajuda mútua na comunidade, evidenciando uma maior consciência sobre como as próprias atitudes individuais impactam o bem-estar coletivo. Se alguns sentiram-se motivados para realizarem a fiscalização dos serviços públicos com base em evidências, outros reataram a convivência harmônica como ferramenta de mudança social. Essas evidências permitem considerar que a proposta despertou caminhos variados para o exercício da cidadania, levando em conta as diferentes formas de pensar e agir de cada jovem e seus respectivos níveis de prontidão para a atuação na sociedade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Uma visão geral sobre a sequência didática: da superação do envelopamento ao desenvolvimento da percepção de cidadania

Nesta seção, apresentemos uma análise da trajetória pedagógica sob a luz dos referenciais teóricos que fundamentaram a sequência didática “Som, Cidade e Cidadania”. A intervenção estruturou-se com o propósito de superar o envelopamento escolar e promover uma educação científica vinculada ao exercício da cidadania, fundamentada no enfoque CTS. Sob essa ótica, a cidadania transcende a mera assimilação passiva de conteúdos, configurando-se como a capacidade do estudante mobilizar o saber científico-tecnológico para analisar criticamente sua realidade e participar ativamente das tomadas de decisão em questões sociocientíficas (Conrado; Nunes-Neto, 2018). O enfoque CTS atua, portanto, como o eixo articulador que reconecta a escola ao mundo, rompendo com a visão de uma ciência neutra e descontextualizada, para formar sujeitos capazes de intervir em problemas reais da comunidade. Para tal, a proposta buscou confrontar o conhecimento “domesticado” da ondulatória – aquele frequentemente reduzido a formalismos matemáticos – com a natureza “selvagem” da poluição sonora, compreendida como o conhecimento em sua forma concreta e complexa tal como emerge das práticas humanas (Lago et al., 2023).

Ao longo da sequência didática, observou-se que o saber domesticado pôde ser confrontado quando, por exemplo, alunos deixam de tratar os conceitos de acústica exclusivamente como equações matemáticas e passam a utilizá-los como ferramentas de leitura da realidade. Conforme evidenciado na análise dos dados, os discentes demonstraram capacidade de mobilizar o conhecimento sobre níveis de decibéis tanto para intervir em conflitos sonoros em suas comunidades quanto para identificar ruídos urbanos como potenciais riscos à saúde pública. Tais constatações sugerem uma ampliação na perspectiva dos estudantes, indicando que o saber científico não se limitou a um conjunto abstrato de fórmulas e leis da Física, mas como um recurso para a compreensão e atuação do estudante sobre o mundo.

A investigação conceitual foi mobilizada em diversas aulas, estruturando o pensamento dos discentes por meio da apropriação de conceitos considerados fundamentais para desenvolvimento do projeto tais como a interpretação da intensidade sonora e seus efeitos fisiológicos, a lógica de funcionamento dos sensores e da programação, bem como a interpretação estatística e jurídica dos dados coletados. Mais especificamente na aula de

ondulatória, a investigação conceitual foi conduzida pelo método da ascensão do abstrato ao concreto (Davydov, 1988), visando superar a mera memorização de fórmulas e conceitos. Complementarmente, o contexto da prática científica aproximou os estudantes da atividade de especialistas: ao construírem seus próprios instrumentos, estabelecerem critérios de medição e realizarem o tratamento rigoroso de dados, os alunos vivenciaram processos de investigação que se assemelham ao trabalho do cientista. Essas vivências não apenas consolidou o entendimento sobre a intensidade sonora e seus efeitos, mas conferiu aos discentes, compreensão e métodos necessários para diagnosticar a poluição sonora.

A superação do envelopamento escolar possibilitou a transição dos discentes de uma percepção passiva do ruído para uma atuação fundamentada em evidências. Essa mudança de postura foi viabilizada, sobretudo, pela mobilização da investigação cultural que promoveu a abertura da escola para o mundo ao longo da intervenção, iniciando-se com os relatos da comunidade para o ambiente escolar por meio da análise das entrevistas, o que revelou a poluição sonora como um problema socialmente compartilhado. Essa percepção se aprofundou quando os estudantes avaliaram o conforto acústico da própria escola, relacionando o fenômeno físico às condições de infraestrutura e convivência. Por fim, a culminância materializou ao apresentarem o mapa sonoro e o manifesto na Câmara Municipal, os alunos inseriram o conhecimento científico na esfera pública e política. É por meio dessas idas e vindas do conhecimento para fora e dentro do muro da escola que a intervenção demonstra ter superado o isolamento do saber, transformando a educação científica em uma via concreta para o exercício da cidadania.

Sem essa base sólida, a intervenção na Câmara Municipal teria se limitado a um ativismo sem fundamentação técnica; contudo, ao compreenderem o conceito de ondas sonoras e das normas jurídicas, os alunos puderam sustentar suas reivindicações com o rigor que a prática científica e um manifesto exige, demonstrando que o conhecimento científico é indissociável da formação cidadã.

Essa articulação entre o rigor da investigação científica-cultural e a ação cidadã reflete a operacionalização do currículo em níveis que se aproximam da categoria 6 de Santos e Mortimer (2000) - na qual o conteúdo CTS é o foco e o conhecimento científico enriquece a aprendizagem - sugere ter permitido que os estudantes compreendessem a poluição sonora para além da óptica de um simples fenômeno físico. Ao deslocar o eixo do ensino tradicional para a questão sociocientífica, a proposta abre espaço para análise dos domínios legislativos e sociais da poluição sonora, revelando as tensões entre interesses individuais e coletivos que, muitas vezes, moldam o silêncio e o ruído no espaço urbano.

Essa organização didática permitiu que a formação para a cidadania transitasse entre dois perfis idealizados por Rosa, Lima e Calvacanti, (2023). Observou-se, por exemplo, a dimensão do cidadão individualmente responsável, na qual os discentes utilizaram o conhecimento sobre ondas e acústica para qualificar decisões pessoais sobre saúde auditiva e bem-estar. Contudo, argumentamos que a investigação científica-cultural promoveu os estudantes em direção ao modelo do cidadão participativo. Ao utilizarem o decibelímetro e a legislação municipal como instrumentos de prova, os jovens puderam vivenciar a cidadania em uma esfera coletiva, atuando diretamente na câmara municipal e interagindo com o poder público.

Em alguma medida, podemos entender que a escola foi transformada em um “espaço de consulta” democrática como sugerido por Coutinho, Figueiredo e Silva (2016), ao integrar atores humanos - estudantes, professores, vereadores, comunidade - e não-humanos, como a escola, o decibelímetro, mapas de ruído e a legislação municipal. Nesse processo, a escola deixou de ser um ambiente de transmissão de conteúdo para se tornar um lugar de investigação, onde a poluição sonora foi tratada como um problema sociocientífico complexo, sem solução única, exigindo dos estudantes o debate coletivo e o posicionamento crítico. Ao apresentarem os resultados na Câmara Municipal, os discentes legitimaram a escola como um espaço de produção de conhecimento e intervenção direta na realidade social. Essa prática consolida a transição para um modelo participativo de cidadania (Pinhão; Martins, 2016), uma vez que a intervenção não se limitou à aplicação técnica de conceitos físicos, mas exigiu o debate coletivo e o reconhecimento de diferentes áreas do conhecimento. Ao articularem os dados técnicos às percepções da comunidade sobre os impactos da poluição sonora e buscarem soluções junto ao poder público, os estudantes superaram a visão tecnocrática - na qual a gestão do espaço urbano e o controle dos ruídos caberia apenas a especialistas - e assumiram o protagonismo na defesa do bem comum. Assim, o engajamento e a vivência dos estudantes demonstram que a superação do envelopamento escolar ocorre quando o saber físico é ressignificado como um instrumento de intervenção social, capaz de integrar a comunidade na construção de decisões democráticas.

5.2 Síntese dos resultados da intervenção

Os dados empíricos permitem trazer considerações sobre o alcance dos objetivos propostos relativos à promoção de atitudes positivas em relação à Ciência e de práticas de cidadania.

No que concerne ao objetivo de avaliar a mudança nas atitudes em relação à Ciência, os dados quantitativos indicaram que não houve uma alteração estatisticamente significativa, o que pode ser atribuído ao enviesamento da amostra que já apresentava médias elevadas. Contudo, a análise qualitativa revelou indícios de uma ressignificação da disciplina, manifestada pela desconstrução da imagem negativa da Física permitindo uma abertura ao aprendizado. Assim, os relatos evidenciaram uma preferência pela Física ensinada via investigação científica-cultural articulado com o enfoque CTS.

No que se refere ao objetivo de avaliar a mudança na percepção das práticas de cidadania, os resultados dos questionários oferecem evidências de uma influência mais acentuada. Os dados estatísticos revelaram uma mudança significativa entre os momentos antes e depois da intervenção didática, indicando um deslocamento das respostas para faixas de concordância, o que sinaliza uma transição da neutralidade ou do distanciamento político para uma percepção mais ativa e engajada do papel do estudante na esfera pública. Esse movimento reflete a apropriação de uma postura cívica que reconhece a importância da fiscalização, do debate fundamentado e da participação coletiva como pilares para a transformação da realidade social.

Qualitativamente, essa mudança manifestou-se na apropriação de mecanismos de participação e no reconhecimento dos deveres como cidadão, tais como: fiscalizar, expor opiniões embasadas, se posicionar perante a conflitos; percepções que aparecem na análise temática. Essa consolidação da consciência cidadã foi impulsionada pela natureza prática e situada da intervenção: a realização de entrevistas na comunidade e a construção do mapa de ruído permitiram aos estudantes o contato direto com a realidade local, enquanto a leitura da legislação municipal e a redação do manifesto conferiram o suporte teórico e político necessário para a ação. A culminância com a visita à Câmara Municipal e a apresentação das evidências aos vereadores não foram apenas atividades isoladas, mas momentos em que o ensino de Física, integrado a outras disciplinas, ofereceu as bases conceituais necessárias para a participação democrática e para a construção de uma consciência baseada em evidências científicas. Essa abordagem evitou reducionismos técnicos e permitiu que um problema real e complexo fosse compreendido em suas múltiplas dimensões sociais e políticas.

É importante, contudo, reconhecer as limitações desta investigação. Por ter sido realizada em contexto extracurricular com estudantes voluntários, os resultados refletem um grupo com interesse prévio, o que impede a generalização para turmas regulares heterogêneas. Além disso, a evasão observada alerta para os desafios de engajamento em projetos de longa

duração que ocorrem concomitantemente com as demandas avaliativas tradicionais das aulas da grade curricular.

Em suma, esta pesquisa reitera que o ensino de Ciências cumpre seu papel social quando transcende a memorização de fórmulas e se firma como um instrumento de leitura crítica e transformação da realidade.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Collective Decision Making in the Social Context of Science. **Science Education**, [s. l.], v. 69, n. 4, p. 453–475, 1985.
- AIKENHEAD, G. S. **STS Education: uma rosa com qualquer outro nome**. [s. l.], 2003.
- ANDRADE, I. S.; TEIXEIRA, P. M. M. Educação CTS e Educação STEM: Uma Análise Comparativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. e54379, 2025.
- ANTUNES JÚNIOR, E.; CAVALCANTI, C. J. D. H.; OSTERMANN, F. A Base Nacional Comum Curricular como revocalizadora de vozes dos Parâmetros Curriculares Nacionais: o currículo Ciência, Tecnologia e Sociedade na educação científica para os anos finais do Ensino Fundamental. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 1339–1363, 2021.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas Críticas**, [s. l.], v. 21, n. 45, p. 275–296, 2015.
- AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: **Ensino de ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. 1ed. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. v. 1, p. 19–33.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 77–101, 2006.
- CALDAS, P. T.; CAVALCANTE, C. E. Praticando a cidadania: criação e validação de uma escala de mensuração. **Cadernos EBAPE.BR**, [s. l.], v. 21, n. 4, p. e2022-0132, 2023.
- CAMARGO, C. A. C. M.; FERREIRA CAMARGO, M. A.; OLIVEIRA SOUZA, V. D. A importância da motivação no processo ensino-aprendizagem. **Revista Thema**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 598–606, 2019.
- CAMILLO, J.; MATTOS, C. R. D. Ensaio sobre as relações entre Educação, Ciência e Sociedade a partir da perspectiva do desenvolvimento humano. **Linhas Críticas**, [s. l.], v. 25, 2019. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/19851>. Acesso em: 20 jun. 2025.
- CARDOSO, M. L. O Mito do Método. **Dados - Revista de Ciências Sociais**, [s. l.], v. 9, p. 138–161, 1972.
- CARVALHO, A. M. P. D. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. 765–794, 2018.
- CASTELFRANCHI, Y.; FERNANDES, V. Teoria crítica da tecnologia e cidadania tecnocientífica: resistência, “insistência” e hacking. **Revista de Filosofia Aurora**, [s. l.], v. 27, n. 40, p. 167, 2015.

CEDRO, W. L.; MORAES, S. P. G. D.; ROSA, J. E. D. A atividade de ensino e o desenvolvimento do pensamento teórico em matemática. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 427–445, 2010.

COIMBRA, M. D. N. C. T.; MARTINS, A. M. D. O. O ESTUDO DE CASO COMO ABORDAGEM METODOLÓGICA NO ENSINO SUPERIOR. **Nuances: Estudos sobre Educação**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 31–46, 2014.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (org.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. [S. l.]: EDUFBA, 2018. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/n7g56>. Acesso em: 15 jun. 2025.

COSTA, S. L. R.; BROIETTI, F. C. D. O que são práticas científicas e por que são relevantes para o ensino de ciências?. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 1–22, 2023.

COUTINHO, F. A.; FIGUEIREDO, K. L.; SILVA, F. A. R. E. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 9, n. 1, 2016. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/2935>. Acesso em: 13 jun. 2025.

CREPALDE, R. D. S.; AGUIAR JR, O. G. D. Abordagem intercultural na educação em ciências: da energia pensada à energia vivida. **Educação em Revista**, [s. l.], v. 30, n. 3, p. 43–61, 2014.

DAVYDOV, V. V. Problemas do ensino desenvolvimental: A Experiência da Pesquisa Teórica e Experimental na Psicologia. **Soviet Education**, [s. l.], v. XXX, n. 8, 1988.

DIAS, E. G.; MISHIMA, S. M. Análise temática de dados qualitativos: uma proposta prática para efetivação. **Revista Sustinere**, [s. l.], v. 11, n. 1, 2023. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/71828>. Acesso em: 14 fev. 2026.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by expanding - second edition - An Activity Theoretical Approach to Developmental Research**. [S. l.]: [s. d.], 2015.

ENGESTRÖM, Y. **Non scolae sed vitae discimus: toward overcoming the encapsulation of school learning**. [s. l.], 1991.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. **Educational Research Review**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1–24, 2010.

ENIZ, A. de O. **POLUIÇÃO SONORA EM ESCOLAS DO DISTRITO FEDERAL**. [s. l.], 2004.

FARIAS, L. D. N.; MIRANDA, W. D. S.; PEREIRA FILHO, S. C. F. Fundamentos epistemológicos das relações CTS no ensino de ciências. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, [s. l.], v. 9, n. 17, p. 63, 2012.

FEYNMAN, R. **Ensino de Física no Brasil segundo Richard Feynman**. [s. l.], 1985.

FILHO, C. de B. R.; NETO, I. de A. C. **A evolução do conceito de cidadania**. [s. l.], 2001. Disponível em:

<https://biblioteca.unisced.edu.mz/pdfjs/web/viewer.html?file=https://biblioteca.unisced.edu.mz/bitstream/123456789/3147/1/A%20EVOLU%C3%87%C3%83O%20DO%20CONCEITO%20DE%20CIDADANIA.pdf>.

FREITAS, W.; QUEIRÓS, W. A abordagem CTS e a teoria crítica de Henry Giroux: caminhos para uma educação em ciências crítico-transformadora. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 126–149, 2020.

GONDIM, L. M. A. **Sexo, drogas e cadê o rock’n’roll? O programa dangerous decibels® brasil como estratégia de promoção da saúde auditiva no programa saúde na escola**. 2022. CURITIBA, 2022.

KREUGER, S. B.; RAMOS, P. Concepções de cidadania na educação em ciências: O que dizem os projetos político-pedagógicos e os professores de escolas municipais de Petrópolis - RJ. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 19, n. 0, 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172017000100229&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 jun. 2025.

LAGO, L. G.; MATTOS, C.; CAMILLO, J. Lua selvagem e domesticada: A formação de conceitos em diferentes contextos com base na teoria cultural-histórica da atividade. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 28, n. 2, p. 149–168, 2023.

LAGO, L. G.; ORTEGA, J. L. N. A.; MATTOS, C. R. A investigação científica-cultural como forma de superar o encapsulamento escolar: Uma intervenção com base na teoria da atividade para o caso do ensino das fases da lua. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 239, 2019.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation**. 1. ed. [S. l.]: Cambridge University Press, 1991. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9780511815355/type/book>. Acesso em: 21 jun. 2025.

LEONTIEV, A. N. **Atividade. Consciência. Personalidade**. tradução: Priscila Marques. Bauru, SP: Editora Mireveja, 2021.

LIBÂNEO, J. C.; FREITAS, R. A. M. da M. VYGOTSKY, LEONTIEV, DAVYDOV – **Três aportes teóricos para a teoria histórico-cultural e suas contribuições para a didática**. [s. l.], 2016.

LIKERT, R. **A Technique for the Measurement of Attitudes**. New York: Woodworth, R. S., 1932. (Archives of Psychology, nº 140). v. 22

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986. (Temas Básicos de Educação e Ensino).

MARANDINO, M. Tendências Teóricas e Metodológicas no Ensino de Ciências. In: **Ensino de ciências II**. São Paulo: CEPA/IF/USP, 2002. (Licenciatura em Ciências - USP/UNIVESP, nº Módulo 5). p. 3–21.

MARSHALL, T. **Cidadania, classe social e status**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1967.

MARTINS, G.; CORNACCHIONE, E. **EDITORIAL: Item de Likert e Escala de Likert.** [s. l.], v. 32, n. 1, 2021.

MARTINS, M. G.; MEDEIROS, G. C. M. de. O ensino de ciências e a formação cidadã dos estudantes da educação básica. **Anais VI CONEDU**, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61336>.

MARX, K. **O capital: crítica da economia política (Livro I: O processo de produção do capital)**. tradução: Rubens Enderle. 3. ed. São Paulo: Boitempo Editorial, 2023 [1867]. (Coleção Marx-Engels). v. 1 Disponível em: <https://www.boitempoeditorial.com.br/produto/o-capital-livro-1-152742>.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.

ORTEGA, J. L. N. A.; MATTOS, C. R. A hipertrofia de um gênero no ensino de física: aspectos da sintaxe e da semântica na produção de conceitos científicos. **Mídia, discurso e ensino**, [s. l.], p. 67–86, 2018.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, [s. l.], v. 95, n. 4, p. 601–626, 2011.

PEIXOTO, L. L. W. **O Método de Estudo de Caso na Metodologia da Pesquisa Científica e o Método de Caso no Processo Didático de Ensino Aprendizagem: uma análise comparativa entre suas características, suas vantagens e desvantagens.** [s. l.], 2019.

PERALES PALACIOS, F. J.; AGUILERA, D. Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción?. **Ápice. Revista de Educación Científica**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 1–15, 2020.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. CIDADANIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: QUESTÕES PARA O DEBATE. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 9–29, 2016.

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)**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 71–84, 2007.

PINO [SIRGADO], A. The beginnings of a child's cultural constitution. **Revista de Etologia**, [s. l.], v. 4, p. 117–127, 2002.

PUGLIESE, G. O. **STEM education no contexto das reformas educacionais: os efeitos das políticas de educação globalizantes no currículo e na profissionalização docente.** 2021. 168 f. - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48136/tde-17032022-110235/publico/GUSTAVO_OLIVEIRA_PUGLIESE_rev.pdf. Acesso em: 13 jun. 2025.

RODRIGUES, A. M.; CAMILLO, J.; DE MATTOS, C. R. STEM and Its Roots and Branches: Critical Reflections from Cultural-Historical Activity Theory. In: PLAKITSI, K.; BARMA, S. (org.). **Sociocultural Approaches to STEM Education**. Cham: Springer International Publishing, 2023. (Sociocultural Explorations of Science Education). v. 21, p. 3–

17. Disponível em: https://link.springer.com/10.1007/978-3-031-44377-0_1. Acesso em: 20 jun. 2025.

ROSA, G. G.; LIMA, N. W.; CALVACANTI, C. J. D. H. De que cidadania estamos falando? Uma revisão de literatura das pesquisas em educação em ciências com perspectiva de formação para cidadania. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 25, p. e45653, 2023.

ROSA, C. W. da; ROSA, Á. B. da. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 1–12, 2007.

ROTH, W.-M.; MCGINN, M. K. Deinstitutionalising school science: Implications of a strong view of situated cognition. **Research in Science Education**, [s. l.], v. 27, n. 4, p. 497–513, 1997.

RUBTSOV, V. **Rubtsov 1996 Pensamento teorico - Transcrito**. [S. l.]: [s. d.], 1996.

RUTHVEN, K. *et al.* A research-informed dialogic-teaching approach to early secondary school mathematics and science: the pedagogical design and field trial of the epiSTEMe intervention. **Research Papers in Education**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 18–40, 2016.

SAGAN, C. **A última entrevista de Carl Sagan legendado**. Canal ABRA SEUS OLHOS, ABRA A SUA MENTE! [s. d.], 1996. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=QvBK-_eHAK8&t=274s. Acesso em: 14 mar. 2026.

SAKATA, J. A.; DOURADO, L. C.; BROCCHI, B. S. **O ruído de lazer na saúde auditiva dos jovens: Uma revisão de literatura**. [s. l.], 2020.

SANTOS, W. L. P. D.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 110–132, 2000.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.

SILVA, F. C. *et al.* Ensino de ciências como prática social: Relações entre as normas sociais e os domínios do conhecimento. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 39, 2022.

SILVA, F. C.; SASSERON, L. H. Pesquisas Caleidoscópicas: modos de ver e criar. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. FACULDADE DE EDUCAÇÃO *et al.* (org.). **Pesquisas caleidoscópicas: modos de ver e criar**. [S. l.]: Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, 2023. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1064>. Acesso em: 18 fev. 2026.

SIRGADO, A. P. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Educação & Sociedade**, [s. l.], v. 21, n. 71, p. 45–78, 2000.

TEIXEIRA, P. M. M. (org.). **Temas emergentes em educação científica**. Vitória da Conquista, BA: Edições UESB, 2003. (Formação de professores de ciências, nº v. 1).

TOTI, F. A.; PIERSON, A. H. C.; SILVA, L. F. Diferentes perspectivas de cidadania presentes nas discussões atuais em defesa da abordagem CTS na educação científica. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (VII ENPEC)**, [s. l.], 2009.

VYGOTSKY, L. S. **The history of the development of higher mental functions**. Nova York: [s. d.], 1997. v. 4

YIN, R. K. **Estudo de caso planejamento e métodos**. Segunda edição. [S. l.]: [s. d.], 2001.

YIN, R. K. **Qualitative research from start to finish**. Second edition. New York London: The Guilford Press, 2016. (Research methods).

ANEXO A – QUESTIONÁRIO 1 – ATITUDES CIENTÍFICAS

Questionário 1 - Atitudes Científicas



Nome: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____

*O quanto você concorda ou discorda das seguintes afirmações?
Por favor, marque uma caixa em cada linha.*

	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo Nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
1. A ciência que aprendemos na escola é útil em outras disciplinas.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. Entender a ciência é importante para mim.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. Muitas das coisas que aprendemos na ciência são úteis em outros lugares.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4. Ciência é chata	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5. Eu vou bem nas aulas de ciências.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6. A ciência que aprendo na escola é relevante para a vida no mundo atual.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7. Eu me esforço para entender as aulas de ciências.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8. Eu acho ciências difícil	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

O quanto você concorda ou discorda das seguintes afirmações?
Por favor, marque uma caixa em cada linha.



	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo Nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
9. Eu penso em fazer algo relacionado a ciências quando eu sair da escola	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10. Eu gosto de saber o raciocínio científico por trás dos temas que estou estudando.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11. Eu tiro notas boas em ciências.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12. Eu vou evitar ciências quando eu sair da escola	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13. Todo mundo precisará saber um pouco de ciência em sua vida adulta.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14. Eu acho ciência interessante.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
15. Eu gosto realmente de entender o que estou aprendendo de ciências.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
16. Aprender ciência é importante para conseguir um emprego no futuro.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
17. Eu posso me imaginar escolhendo uma carreira relacionada com ciências.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



ANEXO B – QUESTIONÁRIO 2 – PRÁTICAS DE CIDADANIA

Questionário 2 - Práticas de Cidadania



Nome: _____

Turma: _____ Data: ____/____/____

*O quanto você concorda ou discorda das seguintes afirmações?
Por favor, marque uma caixa em cada linha.*

	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo Nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
1. Fiscalizo as ações realizadas por gestores públicos ou representantes da minha comunidade.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. Engajo-me em ações que busquem melhorias sociais para os grupos dos quais faço parte.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. Denuncio quando os serviços públicos não estão sendo bem ofertados, como nos casos de saúde, educação, segurança ou transporte.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4. Utilizo a internet para me envolver em ações políticas, como discussões, movimentos sociais, protestos, petições etc.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5. Participo de ações sociais que atendam a desafortunados e oprimidos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6. Participo de ações que possam influenciar políticos ou representantes, como protestos, manifestos, audiências públicas, conselhos etc.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

O quanto você concorda ou discorda das seguintes afirmações?
Por favor, marque uma caixa em cada linha.



	Concordo fortemente	Concordo	Tendo a concordar	Nem concordo Nem discordo	Tendo a discordar	Discordo	Discordo fortemente
7. Participo ativamente do debate de propostas e da tomada de decisão em organizações políticas, públicas ou sociais.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
8. Associo-me a outras pessoas para procurar soluções para problemas coletivos.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
9. Participo de discussões sobre temas que influenciam a integridade humana.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
10. Engajo-me em ações de proteção e enfrentamento à discriminação humana (de gênero, raça, idade, credo ou classe social).	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
11. Participo de discussões sobre serviços públicos relacionados com educação, saúde, segurança, transporte etc.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
12. Procuro meios para mudar leis injustas.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
13. Utilizo minha liberdade de expressão em prol de interesses coletivos: para participar, cobrar e opinar sem ofender terceiros, por exemplo.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
14. Engajo-me em ações que protegem os direitos humanos em prol da dignidade e igualdade entre as pessoas.	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Fonte: Questionário adaptado de Caldas e Cavalcante (2023)

ANEXO C – ANÁLISE TEMÁTICA DAS ENTREVISTAS

Skyler:

Tema	Núcleo de Sentido	Unidade de Contexto	Unidade de Registro / Fragmento
Ressignificação da disciplina de Física	Desconstrução da imagem negativa da disciplina	A aluna compara a experiência da sequência didática com a visão prévia que tinha da disciplina, destacando a quebra do estereótipo de que a matéria é monótona.	"Eu gostei porque foi uma maneira diferente de abordar Física e esses temas. De uma maneira muito interessante. Porque você pensa, Física é chato." [Skyler]
Ruptura do ensino tradicional	Valorização da prática	Skyler associa o interesse despertado à possibilidade de visualizar a teoria em funcionamento ("na prática") e à manipulação de equipamentos (Arduino), mesmo sem domínio técnico completo.	"Sim, porque tanto como a gente aprendeu, a gente viu na prática. Então, é um jeito mais interessante de ver isso." [...] "eu achei muito doida porque você pensa em um monte de coisinha que você (monta)... Sabe, vira um treinzão doido." [Skyler]
Ruptura do ensino tradicional	Integração interdisciplinar	A estudante percebe a conexão entre os conhecimentos científicos (Ciência/Física) e outras áreas (Geografia, História, Matemática e Português) como algo complementar e positivo, diferente do ensino fragmentado.	[...] "porque eu acho que difere muito a aula dentro de sala de aula e dentro do projeto, porque foi muito diferente" [...] "Então, ter uma aula assim foi muito bom" [...] "É, tipo, tudo se complementa, né?" [Skyler]
Ressignificação da disciplina de Física	Mudança de atitude e abertura ao aprendizado	Há um relato explícito de mudança de postura em relação à disciplina de Física. De uma rejeição inicial, a aluna passa a considerar dar uma "nova chance" ao conteúdo devido à metodologia aplicada.	"Não, tipo, eu acho que agora eu dou uma chance a mais. [...] Porque antes nem chance tinha. Eu falava, não, Física não. Agora eu estou mais aberta a isso." [Skyler]
Cidadania como valores éticos e convivência	Consciência baseada em evidências	Através da confirmação do som alto com o decibelímetro, foca no dever para com o outro, alertar sobre o ruído.	"Aí o Walter... virou e perguntou: 'vê quantos decibéis medem aí', e estava, tipo, muito alto. [...] Era! Contratarem um DJ... Aí eu fui medir, e estava, tipo uma 'rave' mesmo." [Skyler]
Ruptura do ensino tradicional	Visita técnica	Valorização do aprendizado fora da sala de aula, envolvendo visitas e contato com a realidade (rádio, rua).	"A gente foi lá na rádio, viu também. [...] A gente foi pra rua, pegou os dados, o pessoal entrevistou o pessoal." [Skyler]
Cidadania como valores éticos e convivência	Consciência baseada em evidências	A percepção de cidadania e gravidade dos problemas sociais (poluição sonora) emerge a partir da coleta e análise de dados concretos (medicação de decibéis), gerando um "estalo" de consciência.	"Acho que com todos os dados que a gente colheu [...] Deu, tipo, um... Sabe, um estalar, assim, na minha mente que é um negócio que a gente tem que abordar mais, que é um negócio mais sério que a gente não fala." [Skyler]
Cidadania como apropriação dos	Dever de fiscalização e direitos	A aluna ressignifica seu papel social, passando de uma postura de não-interferência para a	"Porque o projeto me mostrou que a gente tem que fazer isso. Que a gente... Que é o nosso

mecanismos políticos		compreensão de que fiscalizar gestores e cobrar direitos é um dever do "povo".	dever como povo. A gente cobrar o que é nosso direito, né? E agora saber... Tipo, a gente tem que saber o que é direito, o que é nosso por direito." [Skyler]
Cidadania como valores éticos e convivência	Tolerância e diálogo democrático	A cidadania é percebida como a capacidade de conviver com opiniões divergentes ("mente aberta") e dialogar fora de sua bolha social habitual (família/amigos), expandindo a esfera pública de debate.	"Eu acho que em qualquer quesito a gente tem que ter a mente mais aberta, né? Independente da opinião que a gente tem." [...] "Agora eu me acho, tipo, mais aberta a falar com qualquer tipo de pessoa." [Skyler]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Conhecimento dos mecanismos de participação	Skyler demonstra ter aprendido sobre instrumentos institucionais de mudança (leis, tribuna, câmara), o que a incentiva a se interessar mais pela política, saindo da neutralidade/desconhecimento.	"É porque agora, sabendo, tipo, que tem meios pra mudar essas leis, já é um incentivo. Porque antes, a gente... a gente não busca isso [...] Então, tendo uma ideia, a gente fica mais interessado." [Skyler]
Cidadania como valores éticos e convivência	Educação como ferramenta de mudança	Ao final, a aluna define a função social do trabalho realizado como "conscientizar o povo", entendendo que a educação científica e cidadã fornece a "base" para compreender e atuar na sociedade.	"Aí eu sempre coloco 'conscientizar o povo', sabe? [...] O trabalho foi uma experiência disso. Às vezes a gente não tem noção de nada, só que com esse tipo de mudança pública, de projeto, a gente consegue entender e ter uma base pra isso." [Skyler]

Todd:

Tema	Núcleo de Sentido	Unidade de Contexto	Unidade de Registro / Fragmento
Ruptura do ensino tradicional	Descontração e aprendizado	O aluno valoriza a sequência didática não apenas pelo conteúdo, mas como uma quebra na monotonia das aulas tradicionais, associando o aprendizado ao lúdico ("divertido") e à novidade metodológica.	"Eu gostei, porque é um jeito de meio que sair da rotina das aulas, né, de descontrair se ainda tá aprendendo [...] é diferente e é divertido ao mesmo tempo." [Todd]
Ressignificação da disciplina de Física	Conexão com saberes prévios e cotidiano	Todd demonstra que seu interesse foi mediado por conhecimentos que ele já possuía (som na igreja). O experimento científico serviu para validar ou complementar uma prática técnica que ele já exercia, embora a "Mola" tenha trazido novidade teórica.	"O do 'abafado' eu já sabia, porque eu nasci e cresci na igreja [...] esse decibelímetro eu achei legal pra montar [...] mas eu acho que o da Mola, que eu, tipo, mais me surpreendeu, porque eu não sabia." [Todd]
Ruptura do ensino tradicional	Carência de experimentação no currículo regular	O relato evidencia a ausência de atividades práticas no ensino regular (nunca ter ido ao laboratório), o que torna a sequência didática um evento singular e atrativo.	"Diferencia, né, porque é método diferente. [...] Na escola, acho que quase nunca, ou nunca teve, que eu me lembro. [...] Laboratório, eu nunca fui, eu tô no segundo ano e eu nunca fui." [Todd]
Ressignificação da disciplina de Física	Consolidação de conceitos	Diferente de uma mudança radical de pensamento, o aluno percebe a aula como uma consolidação do que já	"não influenciou muito no, tipo, em alguma mudança do que eu penso ou sobre o que

		intuía ou sabia ("regras do som"), indicando que o ganho foi mais procedimental do que conceitual profundo.	eu sei sobre o som. [...] pra mim não mudou muito porque eu já sabia das regras do som que tem aqui." [Todd]
Cidadania como valores éticos e convivência	Cidadania como necessidade pessoal	A motivação para o ativismo ou cidadania ativa é percebida pelo aluno como reativa, ou seja, ele só vê sentido em se envolver se o problema o afetar diretamente ("precisão"), mantendo uma postura de não-interferência na esfera alheia.	"Eu acho que é precisão. Por exemplo, se está afetando ele, negativamente, aí ele vai precisar se posicionar de algum jeito. [...] Eu não sou uma pessoa muito... que, tipo, se a pessoa não me impedir, eu não vou me envolver no problema dos outros." [Todd]
Cidadania como valores éticos e convivência	Aversão ao conflito e distanciamento político	O aluno associa "política" e debates online a discussões improdutivas, brigas e insultos. Sua percepção de cidadania exclui o debate ideológico, preferindo o distanciamento para evitar conflitos.	"Um assunto pra mim só trazia discussão. [...] É, só discussão e sem motivos. [...] Então às vezes pode sair alguns insultos [...] Eu prefiro ficar mais distante nesse tipo de situação." [Todd]
Cidadania como valores éticos e convivência	Mediação em esfera social	Apesar da aversão à política, Todd exerce uma cidadania ativa em sua esfera social, atuando como mentor voluntário dos colegas mais novos, o que ele reconhece como uma melhoria para o grupo.	"o basquete, por exemplo, eu sempre, tipo, pego os meninos que vão jogar, chamo eles para terminar e treino eles. Coisas que eu não precisava fazer, mas, sabe, eu posso fazer para ensinar eles." [Todd]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Descoberta dos trâmites institucionais	O projeto proporcionou o conhecimento técnico-burocrático de como exercer a cidadania (audiências, trâmites na câmara), algo que era desconhecido para o aluno.	"Ficou [mais claro]. Porque, por exemplo, eu não sabia, tipo, se eu estivesse um negócio, eu achava que era só mandar para a prefeitura alguma coisa. Não sabia se, tipo, ter uma audiência, apresentar algum tipo de projeto." [Todd]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Relação da educação familiar com a formação cidadã	Todd demonstra ceticismo quanto à capacidade da escola ou de um projeto curto de mudar a postura cidadã de um jovem de 16 anos, atribuindo responsabilidade maior da formação à educação familiar ("casa").	"Acho que o principal é a educação em casa, né? [...] É difícil uma pessoa que já tem 16 anos igual eu, que nunca participei, começar a participar só por causa do projeto." [Todd]

Hank:

Tema	Núcleo de Sentido	Unidade de Contexto	Unidade de Registro / Fragmento
Ressignificação da disciplina de Física	Superação da dificuldade de aprendizado via contextualização	O aluno, que se autodeclara com "raciocínio fraco" em matemática e não fã de Física, relata que a metodologia prática permitiu que ele acompanhasse conteúdos que normalmente não conseguiria, superando barreiras cognitivas prévias.	"Porque o meu raciocínio é muito fraco com a Matemática, mas eu consegui acompanhar bem. [...] É que eu nunca fui muito fã de Física. [...] mas especialmente sobre aprender sobre esse assunto, eu gostei bastante." [Hank]

Ressignificação da disciplina de Física	A Ciência como explicação do cotidiano	Hank valoriza a ciência não pelo conceito abstrato, mas pela capacidade de revelar os mecanismos ocultos do dia a dia. A construção do decibelímetro é o ponto alto pois materializa o conhecimento teórico em uma ferramenta de leitura da realidade.	"são coisas que a gente já vê no dia a dia, mas quando você estuda, você entende o porquê que acontece, entendeu? São coisas casuais que a gente entende depois." [Hank]
Ruptura do ensino tradicional	Interatividade versus tradicional	O aluno contrapõe o projeto às aulas tradicionais, criticando o modelo "roteirizado" e elogiando o formato de "conversa" e "interatividade", sugerindo que a quebra da hierarquia rígida facilitou o aprendizado.	"Muita coisa, é mais interativo, né? Não é só roteirizado, parece que a gente só realmente está tendo uma conversa, entendendo sobre o assunto." [Hank]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Importância da participação de temas políticos	Hank apresenta um insight sofisticado sobre política: a percepção de que a omissão gera consequências. Ele compreende que se abster de opinar não anula a política, mas permite que o "outro" (o adversário) vença e decida por ele.	"nesse mesmo dia que a gente falou que não gostava de política, eu percebi que era necessário [...] quando eu deixo de ter uma opinião, uma pessoa com uma opinião diferente da minha vai lá e opina. E acaba vencendo dentro da política." [Hank]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Reconhecimento da omissão	Ao ser confrontado com suas respostas anteriores, o aluno admite que sua neutralidade ("nem concordo nem discordo") era fruto de ignorância e falta de compreensão, e não de uma escolha consciente, reconhecendo isso como uma falha pessoal.	"Eu não procurava antes, porque eu não entendia nada. E agora eu realmente percebi que eu não procuro. [...] Mas é só a verdade, infelizmente." [Hank]
Cidadania como valores éticos e convivência	Diálogo como ferramenta de ação	Diferente do confronto direto ou do isolamento, a estratégia cidadã de Hank é o diálogo. Ele se dispõe a conversar com quem pensa diferente ou com autoridades, mesmo ciente das assimetrias de poder.	"Eu me posicionaria para conversar. Mas nada com intriga [...] Entender a opinião dele, né? [...] Minha opinião não vai ser tão levada a sério. Mas é bom expor, né?" [Hank]
Cidadania como valores éticos e convivência	Conhecimento científico como base para o bem-estar coletivo	A apropriação do conceito científico (decibéis) instrumentaliza o olhar do aluno para o ambiente de convivência urbano. Ele passa a "fiscalizar" mentalmente o som, demonstrando que o conhecimento técnico é pré-requisito para a identificação do problema social.	"Depois que a gente esteve dentro do projeto, a gente olha muito mais coisas, né? Por exemplo, a gente está na rua assim, e passa um som barulhento, opa, esse é 80 decibéis. A gente pensa, né?" [Hank]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Sentimento de importância e pertença	A experiência de ir à Câmara Municipal e apresentar dados gerou um sentimento de validação pessoal e importância social, contrastando com a invisibilidade sentida na sala de aula tradicional.	"O fato da gente estar na Câmara é muito importante [...] a gente está expondo uma opinião nossa [...] O fato da gente ter sido importante para alguma coisa, já me deixa um pouco mais feliz." [Hank]

Jane, Jesse e Walter:

Tema	Núcleo de Sentido	Unidade de Contexto	Unidade de Registro / Fragmento
------	-------------------	---------------------	---------------------------------

Ruptura do ensino tradicional	Democratização do acesso a recursos	Jane destaca a desigualdade entre ensino público e privado. O interesse científico surge da oportunidade de acesso a tecnologias (robótica/laboratório) que normalmente lhes são negadas, gerando um sentimento de valorização.	"escola pública, raramente tem essas oportunidades de realmente mexer com as coisas, né? Daí foi interessante ter acesso." [Jane]
Ruptura do ensino tradicional	Protagonismo estudantil	Jesse critica o modelo tradicional onde o professor não compreende diferentes tipos de aprendizagem. O projeto é valorizado porque o docente "captou" a forma de pensar do jovem, gerando engajamento até de alunos considerados "problemáticos" ou desinteressados (caso citado do aluno).	"nenhum professor captou como tipo... a forma do aluno pensar e aprender... Porque o seu tipo de ensino é muito mais preparado para os jovens, sabe?"... "Ele [aluno desinteressado] foi mais ativo no projeto do que mais dentro da sala de aula... O projeto em si foi ótimo." [Jesse]
Ressignificação da disciplina de Física	Física no cotidiano	O grupo relata uma mudança de percepção: a Física deixou de ser uma abstração de quadro-negro para ser algo percebido em "qualquer lugar" (na rua, no trabalho, na música).	"Mas depois do projeto, a Física faz bastante parte do nosso dia a dia sem perceber. [...] Agora, depois do projeto, eu percebi! [...] Tem Física em qualquer lugar." [Jesse]
Ruptura do ensino tradicional	Reconhecimento da interdisciplinaridade	Há um consenso no grupo de que o ensino tradicional é fragmentado. O interesse no projeto advém da conexão lógica entre as disciplinas (Física, Matemática, Geografia, História) em prol de um propósito único.	"Que todas se unem por um propósito, né? Porque eu acho que na escola eles ensinam as coisas de forma muito desconexa. Uma matéria nunca faz sentido com a outra." [Jane]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Conhecimento técnico como poder de intervenção	Jesse utiliza o conhecimento adquirido sobre leis e decibéis para intervir em um conflito real em sua comunidade (barulho de uma igreja), se sente responsável em alertar sobre o problema do ruído em sua esfera social.	"eu avisei pra ela sobre esses trem, se alguém quisesse denunciar realmente por poluição sonora... a igreja poderia fechar. E eu falava isso pra ela desde antes do projeto. E agora, depois do projeto, só intensificou." [Jesse]
Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Barreiras institucionais à participação	Ao discutirem a criação de um Grêmio Estudantil, o grupo revela que o desejo de cidadania esbarra no autoritarismo escolar. Eles se sentem descreditados pela direção, o que gera frustração e apatia política no ambiente escolar.	"É mais nós tentando e eles [direção da escola] impondo." [Jesse] "a diretoria não quer ouvir, porque acha que eles tão fazendo bagunça demais, mas eles tão fazendo bagunça demais só pra irritar a diretoria porque eles não concordam com as atitudes" [Jane]
Cidadania como valores éticos e convivência	Reflexão e ação na comunidade	Jane, que se declarava interessada apenas em geopolítica (Brasil/Mundo), relata que o projeto mudou sua visão para a importância da ação local e da fiscalização comunitária, percebendo a eficácia da "denúncia" fundamentada.	"A minha opção mudou porque eu considerei esse projeto uma maneira de denúncia, né, do problema da poluição sonora apesar de, tipo, eu não pensar sobre isso antes." [Jane]

Cidadania como apropriação dos mecanismos políticos	Ação coletiva	O grupo conclui que a ação individual é frágil. A percepção de cidadania evolui para a necessidade de mobilização de massa para serem ouvidos, seja num protesto ou na Câmara.	"você precisa primeiro convencer uma massa de gente pra ir todo mundo reclamar ou fazer um protesto." [Jane] "se sua irmã também, tipo, concordasse... fazer uma junção em massa e tal, você teria muito voz lá dentro." [Jesse para Walter]
---	---------------	--	--