

ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E EDUCAÇÃO CTSA NOS ANOS INICIAIS: APRENDIZAGENS SOBRE O USO E TRATAMENTO DA ÁGUA

Lenise Queiroz Pereira¹, Ana Nery Furlan Mendes²

¹ Professora na Secretaria de Estado da Educação (SEDU), leniseqpereira@gmail.com

² Universidade Federal do Espírito Santos (UFES) / Departamento de Ciências naturais, ananeryfm@gmail.com

INTRODUÇÃO

Inicialmente, este trabalho tem como tema a articulação entre a Educação CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) nos anos iniciais do Ensino Fundamental de uma escola ribeirinha de São Mateus–ES, a partir da análise da Fase 4 – Usos e tratamento da água de uma sequência didática investigativa. Essa sequência faz parte de uma pesquisa mais ampla desenvolvida em uma dissertação de mestrado, cujo objetivo geral foi implementar e analisar práticas de ensino de Ciências em perspectiva CTSA com estudantes do 5º ano, considerando as especificidades socioculturais do território ribeirinho. A relevância social do estudo decorre do fato de a temática da água constituir um problema público diretamente relacionado à saúde de todos que convivem naquele ambiente, sobretudo com relação às condições de saneamento básico e às desigualdades socioambientais vivenciadas por comunidades ribeirinhas. Logo, este trabalho contribui para o campo do Ensino de Ciências, pois aprofunda a discussão sobre práticas pedagógicas investigativas desde os anos iniciais da escolarização.

Historicamente, o Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental é marcado por práticas transmissivas, abordagens conceituais e distanciadas da realidade social dos estudantes. Como resposta ao cenário destacado, existem diferentes autores que procuram defender abordagens que articulem ciência, tecnologia e sociedade, reconhecendo que o conhecimento científico não é neutro, estanque e está profundamente imbricado em fatores sociais, políticos, econômicos e culturais (Cerezo, 1998; Auler; Bazzo, 2001; Auler, 2002; Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007; Strieder, 2012; Ribeiro; Santos; Genovese, 2017). Nessa perspectiva, a Educação CTS busca aproximar o ensino de Ciências das problemáticas sociais reais, favorecendo a formação de sujeitos críticos e participativos.

Bazzo (2018, p. 273) sustenta que discutir CTS implica “identificar os problemas sociais e resolvê-los”, superando a visão de uma educação compartimentada e assumindo um caráter mais reflexivo, crítico e situado, perspectiva também destacada por Prudêncio e Sedano (2022). Esse movimento exige que o ensino de Ciências supere a simples transmissão de conteúdos e se organize a partir de situações-problema socialmente relevantes, conforme propõe o modelo de Aikenhead (1994), no qual o ponto de partida é o contexto social, atravessado por dimensões tecnológicas e científicas, e culmina na compreensão crítica do problema inicial. Paralelamente a essa perspectiva, destaca-se o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), compreendido como

método que aproxima as práticas escolares das práticas próprias da ciência, possibilitando que os estudantes levantem hipóteses, testem explicações, argumentem e comuniquem resultados (Cachapuz et al., 2005; Munford; Lima, 2007; Sasseron, 2015). Sasseron (2015) compreende o Ensino por Investigação como abordagem didática desde que o processo de investigação seja colocado em prática, com assistência constante dos estudantes a partir em meio aos dizeres do professor. Já Prudêncio e Sedano (2022) defendem que o fazer investigativo permite aos estudantes reconhecerem o caráter social da ciência, compreendendo suas implicações éticas, políticas e ambientais.

No contexto dos anos iniciais, as abordagens apresentadas acima tornam-se ainda mais relevantes diante das dificuldades apontadas na formação de professores para o ensino de Ciências (Pimenta, 2014). No entanto, é importante ressaltar que “inserções pontuais, nos anos finais do processo de escolarização básica, não são suficientes para se alcançar os propósitos almejados. Isso nos leva a sugerir o desenvolvimento de propostas curriculares CTS nos anos iniciais do ensino fundamental” (Silva; Strieder, 2020, p. 2). É nesse horizonte teórico que se insere este estudo, que analisa a Fase 4 – Usos e tratamento da água de uma sequência didática investigativa, com foco na compreensão dos processos de tratamento da água, suas implicações para a saúde da comunidade e o papel da tecnologia no saneamento básico, em consonância com a habilidade (EF05CI04) da Base Nacional Comum Curricular.

Dessa forma, compreendemos a importância da implementação do Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) como abordagem didática nas aulas de Ciências, uma vez que, conforme apontam as pesquisas da área supracitadas até então, esse enfoque possibilita que o(a) estudante assuma efetivamente o papel de sujeito do processo investigativo. Diante da proposição de um problema científico, o estudante é instigado a levantar hipóteses, dialogar com seus pares, analisar o fenômeno apresentado, refletir sobre as próprias ações empreendidas na busca de soluções e compreender, em termos científicos, por que o problema foi resolvido ou reformulado, registrando e comunicando suas conclusões ao final do processo (Prudêncio; Sedano, 2022). De modo específico, busca-se compreender com este trabalho: como os alunos mobilizam hipóteses e explicações ao longo das atividades investigativas; analisar as relações que estabelecem entre ciência, tecnologia e sociedade, especialmente no contexto do saneamento básico e de sua convivência cotidiana com o rio Cricaré — localizado em frente à escola e constitutivo das práticas e experiências da comunidade; e identificar evidências de alfabetização científica nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal.

METODOLOGIA

No que compete aos procedimentos metodológicos, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa, caracterizada pela vivência constante da pesquisadora com o contexto investigado, possibilitando a compreensão dos significados construídos pelos estudantes a partir das suas

experiências ao longo do processo de formação (Bogdan; Biklen, 1982). Articula-se, ainda, a pesquisa-ação compreendida como uma modalidade investigativa na qual pesquisa e intervenção se desenvolvem de forma indissociável, envolvendo a pesquisadora e os participantes em processos colaborativos de análise e enfrentamento de problemas concretos do contexto escolar (Thiollent, 1985).

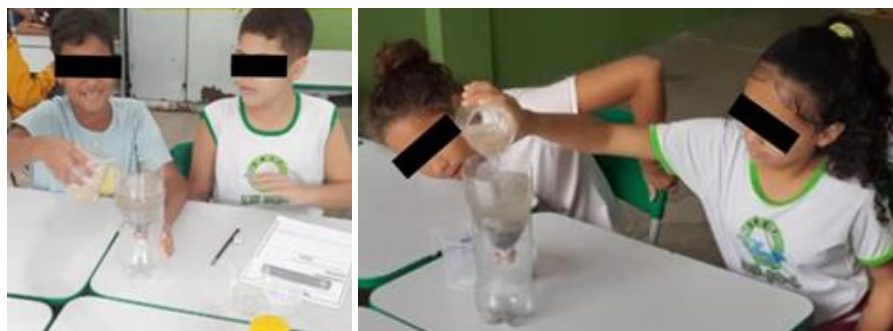
O recorte deste estudo corresponde à Fase 4 – Usos e tratamento da água, planejada em consonância com a habilidade (EF05CI04) da Base Nacional Comum Curricular, que prevê que os estudantes identifiquem os principais usos da água e discutam os problemas decorrentes desses usos (Brasil, 2018). A opção por essa fase justifica-se pela centralidade da temática da água no território investigado, marcado por tensões socioambientais relacionadas ao abastecimento, à salinização do rio Cricaré e às condições de saneamento.

Participaram da pesquisa quinze estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, além da professora regente da turma. A organização pedagógica da Fase 4 seguiu os pressupostos do Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), conforme sistematizações de Carvalho (2013, 2018) e Sasseron (2015), que defendem a construção de sequências didáticas nas quais os estudantes assumem o protagonismo na formulação de hipóteses, na experimentação, na análise de dados, na elaboração de explicações e na comunicação de resultados.

O ciclo investigativo iniciou-se com a problematização, considerada etapa estruturante do ENCI. Foram propostas questões disparadoras sobre o sistema de abastecimento de água do município, como “Existe Estação de Tratamento de Água (ETA) na sua cidade?” e “Você sabe como a água chega até sua casa?”. As respostas revelaram concepções ancoradas na experiência cotidiana dos estudantes, como o uso de poços artesianos, bombas d’água e a “biquinha” — reservatório histórico da cidade. Tais considerações foram compreendidas como etapas de levantamento de hipóteses, conforme descrito por Sasseron (2015), evidenciando a emergência de interpretações iniciais sobre os fenômenos científicos e tecnológicos.

A etapa seguinte correspondeu ao planejamento e desenvolvimento da investigação. Realizaram-se aulas expositivas dialogadas sobre as etapas do tratamento da água — coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção — articuladas às condições locais de abastecimento e aos problemas de salinização do rio Cricaré. Em seguida, os estudantes planejaram e executaram um experimento investigativo de construção de filtros caseiros com garrafas PET (Figuras 1 e 2), areia, brita, carvão e algodão, utilizando amostras de água coletadas no próprio rio. Organizados em grupos, os alunos montaram os filtros, observaram o processo de filtração, compararam a aparência da água antes e depois e discutiram critérios para potabilidade. Após essa etapa, produziram registros escritos individuais, nos quais descreveram observações, interpretaram resultados e justificaram conclusões com base em evidências empíricas, em consonância com a etapa de análise e interpretação de dados prevista pelo ENCI (Carvalho, 2018).

Figuras 1 e 2. Experimento realizado pelos estudantes.



Fonte: acervo da pesquisadora (2025).

Diante das dúvidas e lacunas conceituais identificadas, a sequência foi ampliada por meio de uma visita técnica à Estação de Tratamento de Água (SAAE/ETA) de São Mateus, compreendida como estratégia de aprofundamento investigativo. Foram discutidas, ainda, questões relativas à higienização de recipientes de armazenamento de água na escola, bem como realizado um experimento de medição da salinidade, tema particularmente sensível para a comunidade local. Esse momento ampliou o repertório empírico dos estudantes e inseriu novas fontes de evidências ao processo investigativo, conforme defendido por Munford e Lima (2007). Durante a visita, foram registradas perguntas espontâneas elaboradas pelos estudantes, relacionadas aos níveis de salinidade, uso de caminhões-pipa, critérios de potabilidade e manutenção dos filtros da ETA. Essas perguntas foram anotadas no diário de bordo da pesquisadora e interpretadas como evidências de engajamento investigativo e de ampliação do pensamento científico dos participantes.

Na etapa que compreendeu a sistematização e comunicação, os estudantes reorganizaram as informações obtidas, confrontando hipóteses iniciais, dados experimentais e explicações técnicas. O ciclo investigativo foi concluído com a preparação e apresentação dos resultados na Feira de Ciências da escola, espaço em que os alunos socializaram os procedimentos, os resultados e as análises junto à comunidade escolar. Esta etapa é compreendida como constitutiva do ENCI por reforçar o caráter social, argumentativo e público da ciência (Carvalho, 2018). Os dados analisados incluíram produções escritas dos estudantes, registros em diário de bordo, transcrições de falas, perguntas formuladas durante a visita técnica e materiais apresentados na Feira de Ciências. Para o tratamento dos dados, recorreu-se à análise descritiva, permitindo identificar evidências de alfabetização científica nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal (Lorenzetti; Delizoicov, 2001), bem como movimentos investigativos característicos do ENCI, tais como levantamento de hipóteses, observação sistemática, argumentação e reelaboração explicativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados decorrentes da implementação da Fase 4 – Usos e tratamento da água, evidenciam a importância que é a articulação entre o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI),

a educação CTSA e a alfabetização científica na aprendizagem de estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental. As evidências empíricas indicam que a sequência didática favoreceu a apropriação de conteúdos científicos e o desenvolvimento de atitudes investigativas, argumentativas e de posicionamento crítico frente a problemas socioambientais.

A etapa inicial de problematização revelou-se importante para a ativação dos conhecimentos prévios e para o engajamento dos 15 estudantes no processo investigativo. Ao responderem, de forma oral e escrita, às questões sobre a existência da Estação de Tratamento de Água (ETA) no município e sobre o percurso da água até suas residências, os alunos demonstraram familiaridade com o serviço público, ainda que apresentassem compreensões parciais e fragmentadas acerca do funcionamento do sistema de abastecimento. Predominaram explicações que atribuíam à “bomba” a responsabilidade exclusiva pelo envio da água às casas, enquanto outros estudantes mencionaram que a água “passa por um tratamento” antes de ser distribuída. Na sequência, a etapa de planejamento e execução da investigação consolidou-se como núcleo estruturante da experiência investigativa. Os estudantes foram desafiados a responder, por meio de uma atividade experimental, à questão foi se o filtro de água ajudou a limpar a água do rio e se eles poderiam bebê-la. Organizados em pequenos grupos, construíram filtros caseiros com garrafas PET (Figura 3). Durante a montagem, emergiram participações discursivas caracterizadas pela elaboração de hipóteses e construção de significados, como nas afirmações de que determinadas camadas “seguram mais a sujeira” ou “deixam a água mais limpa”.

Figura 3. Representação do filtro construído em sala de aula, conforme desenho produzido pelos estudantes.



Fonte: acervo da pesquisadora (2025).

Esse processo favoreceu a apropriação gradual de práticas epistêmicas próprias da ciência escolar, tais como observar sistematicamente, formular explicações provisórias, comparar resultados e justificar inferências, em consonância com o que defendem Cachapuz et al. (2005) e Munford e Lima (2007). À medida que a água coletada do rio atravessava o filtro, os alunos observaram mudanças visuais significativas e registraram, em texto escrito, descrições sobre cor, odor e transparência, bem como a função atribuída a cada camada do dispositivo. Esses registros evidenciam um movimento inicial de sistematização do pensamento científico por meio da linguagem, pilar importante da alfabetização científica.

Entretanto, quando instigados a avaliar a potabilidade da água filtrada, os estudantes revelaram limites importantes em sua compreensão. Embora a maioria reconhecesse a necessidade de “ferver” ou “filtrar” a água antes do consumo, poucos mencionaram a etapa de desinfecção química, demonstrando uma visão ainda restrita do processo de potabilização. Tal limite foi compreendido, à luz do ENCI, não como falha, mas como indicador pedagógico que orienta a reconfiguração das intervenções docentes. A retomada coletiva das etapas do tratamento da água — coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção — promoveu um movimento de confronto reflexivo entre hipóteses iniciais e explicações científicas, caracterizando um processo de re-elaboração conceitual situado e significativo.

A visita técnica ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE/ETA) de São Mateus ampliou o escopo da investigação ao deslocar o processo de aprendizagem para o contexto real de produção e gestão da água potável. No espaço do laboratório, os estudantes acompanharam explicações sobre o funcionamento das estruturas de captação, tratamento e distribuição da água, bem como participaram da observação de experimentos de medição da salinidade da água do rio Cricaré, fenômeno recorrente na região em função da intrusão salina.

O caráter investigativo dessa etapa manifesta-se na densidade e na natureza das perguntas formuladas espontaneamente pelos estudantes, as quais extrapolaram o plano meramente técnico e reuniram preocupações sociais, sanitárias e políticas. Questionamentos sobre os limites aceitáveis de salinidade, a utilização de caminhões-pipa em situações emergenciais, a potabilidade da água transportada e a limpeza de filtros de grande escala revelam a emergência de um pensamento problematizador e situado. Ademais, indagações relacionadas ao destino do esgoto doméstico e à possibilidade de contaminação do rio Cricaré evidenciam a ampliação da percepção dos alunos sobre as desigualdades de acesso ao saneamento básico e a dimensão política da gestão da água.

Esses achados dialogam diretamente com os pressupostos da Educação CTSA, na medida em que evidenciam a capacidade dos estudantes de relacionar conhecimentos científicos a contextos tecnológicos e sociais concretos, desenvolvendo um posicionamento progressivamente crítico diante de problemáticas socioambientais (Prudêncio; Sedano, 2022). No retorno à escola, a fase de sistematização permitiu consolidar e aprofundar os aprendizados. Os estudantes elaboraram desenhos esquemáticos dos filtros, nomearam as camadas constituintes e produziram textos explicativos acerca do funcionamento do dispositivo e dos limites do processo de filtração. Nessas produções, tornou-se evidente uma maior precisão terminológica, uma organização sequencial mais clara dos procedimentos e uma ampliação na capacidade de justificativa das afirmações, o que indica avanços nas dimensões conceituais e procedimentais da alfabetização científica.

O culminar do processo ocorreu com a participação na Feira de Ciências escolar (Figura 4), na qual os estudantes apresentaram os resultados de suas investigações. Nesse espaço,

compartilharam o experimento, comentaram a visita à ETA e dialogaram com colegas, professores e familiares sobre a qualidade da água, mobilizando práticas argumentativas próprias da cultura científica. Tal socialização pública dos resultados reforça a concepção de ciência como atividade comunicativa e socialmente situada, conforme defendido por Carvalho (2018), além de consolidar a dimensão atitudinal da alfabetização científica, ao estimular o senso de responsabilidade coletiva em relação ao uso da água e à preservação dos recursos hídricos.

Figura 4. Feira de Ciências.



Fonte: acervo da pesquisadora (2025).

Em síntese, os dados analisados indicam que a Fase 4 favoreceu a constituição de experiências formativas, nas quais os estudantes mobilizaram conhecimentos, práticas e valores associados à ciência em articulação com problemas reais do território. A experiência investigativa, ancorada no ENCI e no campo de estudo CTSA, mostrou-se potente para o desenvolvimento da alfabetização científica em suas diversas dimensões, confirmando o potencial dessas abordagens para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo indicam que a implementação da Fase 4 – *Usos e tratamento da água*, estruturada a partir do Ensino de Ciências por Investigação e da educação CTS, contribuiu de forma significativa para o desenvolvimento de práticas de alfabetização científica nos anos iniciais. A articulação entre problematização, experimentação, visita técnica e socialização dos resultados favoreceu a compreensão de conceitos relacionados ao tratamento da água e, sobretudo, a construção de atitudes investigativas, argumentativas e de posicionamento crítico por parte dos estudantes, em consonância com os pressupostos de Prudêncio e Sedano (2022).

Entre as limitações do estudo, destacam-se o fato de a investigação ter sido realizada em um único contexto escolar, com um número restrito de participantes e com recorte em apenas uma etapa da sequência didática. Além disso, não foi possível acompanhar os efeitos da experiência em médio e longo prazo, o que restringe a compreensão sobre a permanência das aprendizagens desenvolvidas. Esses limites não invalidam os achados, mas apontam para a necessidade de estudos mais amplos, em contextos diversos e com acompanhamento ao longo do tempo.

Como implicações, percebe-se um fortalecimento de propostas formativas para professores dos anos iniciais voltadas ao Ensino de Ciências por Investigação e a educação CTS/CTSA, bem como a ampliação de práticas pedagógicas que articulem conteúdos científicos a problemáticas reais dos territórios escolares. Os encaminhamentos, por conseguinte, podem contribuir para consolidar a alfabetização científica como direito formativo fundamental e para qualificar o ensino de Ciências como prática socialmente situada, crítica e comprometida com a formação cidadã.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. What is STS Teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. (orgs.). **STS Education: International Perspectives on Reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59.
- AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciência**. 2002. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do Movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Qualitative research for education: an introduction to theory and methods**. Boston: Allyn and Bacon, 1982.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. (orgs.). **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.
- CEREZO, J. L. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 18, p. 41–68, 1998.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 45–61, jan./jun. 2001.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89–111, 2007.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 71–84, abr. 2007.
- PRUDENCIO, Christiana Andréa Vianna; SEDANO, Luciana. Ciências nos anos iniciais: uma formação continuada pautada na educação CTS e no ensino por investigação. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (online)** / IFS, v. 12, n. 1, ISSN 2358-4750.
- RIBEIRO, T. V.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. A história dominante do movimento CTS e o seu papel no subcampo brasileiro de pesquisa em ensino de Ciências CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 1, p. 13–43, 2017.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, Ensino por Investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015.
- SILVA, R. L. J.; STRIEDER, R. B. CTS nos anos iniciais do ensino fundamental: abordagens para a temática água. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1–19, jan./abr. 2020.
- STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1985.