

MOBILIZANDO AS DIMENSÕES DA ACT A PARTIR DE UMA ATIVIDADE BASEADA NO ENCI, ESTUDO DE CASO E TECNOLOGIAS SOCIAIS DIDÁTICAS

Iury Henrique Fernandes¹, Rayane Aparecida Soares Martins², Danilo Lopes Santos³, Álvaro Patrocínio Leite Soares⁴, Geraldo Wellington Rocha Fernandes⁵

¹ UFVJM/ PPGEcMaT, iury.henrique@ufvjm.edu.br

² UFVJM/ DCBio, rayane.martins@ufvjm.edu.br

³ PPGE/FaE/UFMG, danilolopes.edu@gmail.com

⁴ UFVJM/ DCBio, soares.alvaro@ufvjm.edu.br

⁵ UFVJM/ DCBio/ PPGEcMaT, geraldo.fernandes@ufvjm.edu.br

INTRODUÇÃO

Este texto que se apresenta é um recorte de uma pesquisa que relaciona Tecnologias Sociais Didáticas (TSD) (Fernandes; Fernandes; Santos, 2024), Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) (Sasseron, 2020) e Estudo de Casos (Fernandes; Allain; Dias, 2022) para a mobilização da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT).

Primeiramente, a TS “surge em um movimento de oposição às relações de produção e organização do trabalho capitalista” (Gama *et al.*, 2022, p. 41), que visa à inclusão social, buscando solucionar os problemas sociais encontrados em comunidades que não conseguem acessar os produtos das Tecnologias Convencionais (TC) (Dagnino, 2014; Gama *et al.*, 2022). Fernandes, Fernandes e Santos (2024) propõem que no contexto escolar, tem-se a **Tecnologia Social Didática (TSD)**, um modelo social didático, caracterizado por processo e produto, cuja função pedagógica não aparece na obra de Dagnino (2014),

Assim sendo, Fernandes, Fernandes e Santos (2024) destacam que as Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências (MADECS) (Fernandes; Allain; Dias, 2022), quando articuladas às TSD, dependem de uma **intencionalidade docente** bem definida. Essa intencionalidade se concretiza em práticas educativas como o “Estudo de Caso ou Casos de Ensino de Ciências” e o ENCI, entendido como uma abordagem de ensino que mobiliza diferentes níveis de investigação para promover a aprendizagem em Ciências (Fernandes; Allain; Dias, 2022).

Fernandes, Fernandes e Santos (2024) ressaltam que a implementação dessas abordagens, aliada ao uso das TSD em sala de aula, possibilita o desenvolvimento da ACT escolar, estruturada em quatro dimensões (Quadro 4).

Quadro 1. As dimensões para ACT escolar

Dimensões para ACT (escolar)	Caracterização para o contexto de sala de aula
Prática	Os estudantes buscam compreender os fenômenos naturais, os processos e o funcionamento de tecnologias cotidianas, utilizando conhecimentos científicos e tecnológicos, a partir de elementos da linguagem científica.
Cultural	Compreensão dos contextos históricos e sociais em que o conhecimento científico e tecnológico se insere, promovendo a reflexão e discussão filosófica e sociológica sobre a natureza da ciência e da tecnologia.
Cívica	Os estudantes lidam com decisões que envolvem a aplicação e contextualização social dos conhecimentos científicos e tecnológicos. Argumentam acerca dos aspectos sociocientíficos e sociotecnológicos e da contextualização social da atividade tecnológica e científica, frente à economia, à indústria, ao consumo, à tendência estética, à ética, à crença no progresso, entre outros.
Transformação Social	Os estudantes discutem, refletem e agem, a partir do diálogo, da problematização e ação transformadora, sobre as mudanças de estruturas sociais. Apresentam a capacidade de compreender e atuar de forma crítica e reflexiva em relação às questões sociais, políticas, econômicas e éticas, relacionadas à ciência e tecnologia presentes em suas vidas e na sociedade para que a sua realidade possa ser transformada.

Fonte: Fernandes, Fernandes e Santos (2024).

Para Fernandes, Fernandes e Santos (2024), a *dimensão prática* da ACT serve de base para o desenvolvimento das demais, permitindo que os estudantes se envolvam diretamente com situações reais. A *dimensão cultural* amplia essa compreensão ao evidenciar a ciência e a tecnologia como construções humanas, históricas e sociais, aproximando-as da cultura e evitando visões absolutistas ou reducionistas. Já a *dimensão cívica* estimula a participação responsável dos estudantes em processos de decisão que envolvem negociação, deliberação e compromisso social. Por fim, a *dimensão de transformação social* promove o engajamento crítico em questões sociais, políticas e éticas relacionadas à ciência e à tecnologia, destacando o papel da ação sociopolítica e da intencionalidade docente na criação de práticas pedagógicas capazes de promover mudanças significativas na sociedade.

A partir do proposto, o presente estudo tem como objetivo geral: *caracterizar as dimensões da ACT mobilizadas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio, por meio do estudo da TSD “Captação de água da chuva”, utilizando as abordagens ENCI e Estudo de Caso como práticas educativas*. Para alcançar o objetivo proposto e auxiliar a compreensão da construção do conhecimento científico e tecnológico dos estudantes, foram utilizadas as dimensões da ACT (ver Quadro 1 na metodologia) de Fernandes, Fernandes e Santos (2024).

METODOLOGIA DE ENSINO: O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO ARTICULADO COM A ABORDAGEM ESTUDO DE CASO E COM UMA TSD

Para auxiliar na coleta de dados desta pesquisa, foi elaborada uma proposta pedagógica, caracterizada por níveis de execução ou Etapas de Investigação, segundo Fernandes, Allain e Dias (2022, p. 245) (Quadro 2). Para o nível de execução “Problema”: “*Como evitar a dengue?*” do Quadro 2, foi desenvolvido um Estudo de Caso intitulado: “*A Culpa é Toda do Meu Vizinho!*” (Quadro 3). O Estudo de um Caso tem o objetivo de superar o problema simples no primeiro nível de execução e torná-lo um problema social, de modo que a abordagem ENCI comece a avançar e a desenvolver uma ACT transformadora para os estudantes. O nível “Processo de investigação” também busca avançar rumo a uma transformação social, ao apresentar uma atividade investigativa que envolve a TSD “Captação de Água de Chuva”.

Quadro 02. Caracterização dos principais elementos e etapas dos níveis de execução

Aulas	Etapas	Níveis de execução	CARACTERIZAÇÃO
1 aula de 50min	1	Problema	1) O problema da atividade investigativa: debate e reflexões sobre os Dilemas e Reflexões do Caso: A Culpa é Toda do meu Vizinho! – Pergunta: “Como evitar a dengue?” (Quadro 2) 2) As principais reflexões e dilemas sobre o problema: fazer com que os estudantes analisem os Dilemas 1 e 2 e as Reflexões a, b, c e d do Quadro 2. 3) Exemplos relacionados ao problema: saúde pública, aspectos da ciência, aspectos da tecnologia (vacina), aspectos sociais (definição de TS, vantagens e desvantagens, sistema de captação de água de chuva).
	2	Hipótese	1) Registro e avaliação das hipóteses: Formação de pequenos grupos, com anotação das hipóteses para os Dilemas 1 e 2 e Reflexões a, b, c e d do Quadro 2, seguida de roda de conversa para a exposição das hipóteses.
2 aulas (50 min).	3	Processo de investigação	1) Descrição dos materiais utilizados na investigação: ver Quadro 3. 2) Descrição do processo investigativo pelos estudantes: Construção e demonstração da Tecnologia Social “Captação de água de chuva”.
	4	Interpretação	Análise e interpretação dos dados obtidos: A TSD da captação de água de chuva é desenvolvida pelos estudantes.
1 aula (50 min.)	5	Conclusão	1) Sistematização e registro dos dados: anotações e sistematização nos pequenos grupos de trabalho 2) Comunicação das informações: roda de conversa, panfletos e redação final. 3) Aplicação do conhecimento construído na atividade em outras situações: Retomada do caso: “Como a Tecnologia Social pode ser útil para a família do Senhor João?” Os estudantes continuam a história do Sr. João, por meio da inserção da TS, para solucionar os problemas do caso.

2 aulas (50 min).	6	Organização do conhecimento	Descrição das definições, conceitos, relações e leis: Aula expositiva dialogada para retornar e aprofundar os principais conceitos: <i>Biologia</i>: larvas de <i>Aedes aegypti</i> e prevenção da dengue; <i>Física</i>: hidrostática; <i>Matemática</i>: medidas de área, volume, capacidade e massa; <i>Geografia</i>: formação da chuva. Aula expositiva dialogada, Datashow, vídeos, reportagens para trabalhar: O que é dengue: Sintomas, Transmissão, Prevenção, Ciclo de vida do mosquito, Vacina. Problema final: “Como a Tecnologia Social pode ser útil para nós?”
-------------------	---	-----------------------------	--

Fonte: elaborado pelos autores, 2025.

Etapla 1 – Problema social investigativo: Leitura e reflexão do texto do Quadro 3, discutido em pequenos grupos, que registram as possíveis soluções para o caso (Etapa 2 do Quadro 2).

Quadro 3. O problema social do ENCI por meio da caracterização do Estudo de Caso de Ciências.

A CULPA É TODA DO MEU VIZINHO O Senhor João e Dona Maria moravam na zona rural do município de Monjolos, em Minas Gerais. Com muitas dificuldades, eles conseguiram criar seus doze filhos, que cresceram em uma vida de trabalho para ajudar no sustento da família. Na época, era muito difícil estudar, pois os filhos de Dona Maria tinham que caminhar muitos quilômetros até chegar à escola, localizada na zona urbana, e, com isso, desistiram de estudar para trabalhar. Apenas os dois filhos mais novos que continuaram a estudar na Escola Estadual Imaculada Conceição. O Senhor João tinha uma pequena parcela de terra onde plantava para tirar renda e o próprio alimento para a família. Mas, na sua propriedade, a falta de água decorria de uma crise hídrica enfrentada na região, em que os últimos períodos chuvosos apresentavam baixos índices de precipitação, dificultando a produção da terra. Uma solução seria a perfuração de um poço artesiano em seu terreno, porém, a família não tinha condições financeiras para a execução. Certo dia, o senhor João, ao observar a plantação de feijão, disse à esposa: – Se Deus não der um bom tempo de chuva, esse ano não vamos conseguir colher nada! – O que vamos fazer? Como vamos conseguir manter o alimento na mesa da nossa família? – Ainda não sei! Mas temos que encontrar uma forma de resolver esse problema. – Oh, João! Faz um reservatório bem grande, para guardar água de chuva! Então, João gastou muito dinheiro para construir um reservatório de cimento, porém sem tampa! Depois do início da época de chuva, os dois filhos mais novos do casal amanheceram doentes, sem condições de ir à escola. Começaram a apresentar febre alta, dores musculares intensas, dor ao movimentar os olhos, mal-estar, falta de apetite, dor de cabeça e manchas vermelhas no corpo. Outras pessoas também começaram a apresentar os mesmos sintomas, ou seja, houve um surto de casos no mesmo período. O quadro de saúde dos filhos do Sr. João e das demais pessoas se agravou de tal maneira que muitos precisaram buscar tratamento no hospital da cidade vizinha. Diante dessa situação no município, o caso precisou ser investigado pela Secretaria de Saúde e pela Vigilância Sanitária, nos quais os agentes epidemiológicos constataram um alto índice de foco do mosquito <i>Aedes aegypti</i>, transmissor do vírus da dengue, no reservatório que estava sem tampa na propriedade do Sr. João. Esse caso repercutiu na pequena cidade, e os moradores começaram a acusar o Sr. João pelos casos de dengue. Após os filhos se recuperarem, eles não quiseram continuar nos estudos, pois as outras crianças da escola faziam chacotas e falavam mal da sua família, culpando-os pelo surto da doença. Diante disso, o Senhor João e Dona Maria não queriam mais viver em sua propriedade, pois a situação da dengue na comunidade os incomodava. A comunidade os julgava por causa do armazenamento inadequado da água de chuva captada, o que os levou a serem vistos como culpados pelos vizinhos e pela população do município. ----- Análise e Estudo do Caso: Imaginem que vocês façam parte da família do Senhor João e que são solicitados a proporem soluções para os problemas enfrentados, sendo que existem: Dilemas: 1. Como o Senhor João pode continuar armazenando água de chuva? 2. Como evitar o foco de mosquito da dengue em sua propriedade? Reflexões: a. Quais foram os problemas enfrentados pela família no caso acima?
--

- b. Como resolver a situação dessa família, que é vista como culpada pelos seus vizinhos? E a situação dos filhos na escola?
- c. Você acredita que toda a culpa é do Sr. João pelo surto de dengue na região?
- d. Na sua opinião, você concorda com o título desse caso? Se não concorda, dê outro título.

Fonte: Autores, 2025.

Etapas 3 – O processo de investigação por TSD: Com o intuito de trabalhar com a TSD, essa etapa foi planejada para que os estudantes desenvolvessem atividades práticas e investigativas, com foco na construção de um sistema de captação de água de chuva. Os estudantes participaram da confecção desse sistema, utilizando orientações para sua elaboração (Quadro 3) e, em seguida, os grupos investigaram o funcionamento interno do sistema, apresentando algumas questões sobre os aspectos científicos e tecnológicos dessa TSD (Quadro 4). Depois de pronto, os estudantes simularam a “Captação de água da chuva”, momento em que buscaram respostas para compreender, na prática, todo o funcionamento do sistema. No final da etapa, os estudantes desmontaram o sistema de captação de água da chuva para compreender seu funcionamento (Quadro 4).

Quadro 4. Confecção e estudo da TSD



CROQUI PROTÓTIPO - MINICISTERNA
Rayane A. S. Martins – UFVJM - 2023

3. Tê de PVC: divisão da primeira água de chuva e o reservatório
4. Tubo de queda (PVC): saída da primeira água de chuva - fechamento com tela mosquiteira
5. Cap: tampão
6. Tubo de PVC: condução ao reservatório
7. Tê de PVC: condução da água para o redutor de turbulência
8. Tubo de queda (PVC): redutor de turbulência
9. Joelho de 90°
10. Balde: reservatório
11. Joelho de 90°
12. Tubo de PVC: contendo barreira e abertura para saída de água do reservatório
13. Joelho 45°
14. Ladrão: saída de água do reservatório
15. Joelho de 45° - fechamento com tela mosquiteira
16. Torneira: saída de água para uso
17. Tampa do reservatório com plug (abertura para observar e realizar tratamento da água)
18. Caixa: captar água de chuva do telhado

Legenda Croqui:

1. Tubo de queda (PVC): para conduzir água captada
2. Filtro: reter sujeira








Fonte: Acervo dos autores, 2025.

METODOLOGIA DA PESQUISA

Esse trabalho é de abordagem qualitativa, com objetivo exploratório-descritivo (Lüdke; André, 1986) e está amparado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), sob o número CAAE 64530622.1.0000.5108.

As ações foram desenvolvidas em uma escola pública, localizada no município de Monjolos, interior do estado de Minas Gerais, e contaram com a parceria do Programa Residência Pedagógica do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

Participaram da pesquisa 33 estudantes do 2º ano do ensino médio, divididos em cinco grupos: G1, G2, G3, G4 e G5. Os três primeiros grupos têm sete estudantes e os dois últimos, seis. Os dados consistiram nas hipóteses levantadas pelos estudantes, nos Dilemas 1 e 2, nas Reflexões a, b, c e d do Quadro 3, e nas transcrições das falas das Etapas 1 a 5 do Quadro 1.

Para a análise dos dados coletados, foram utilizadas as dimensões da ACT escolar descritas por Fernandes, Fernandes e Santos (2024) (Quadro 1), que contribuem para responder ao objetivo da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dimensão prática da ACT escolar

A dimensão prática da ACT aparece em todas as etapas investigativas, pois os estudantes aplicam conhecimentos científicos para compreender e resolver o problema proposto. Na etapa do **Problema**, ao analisarem “*A culpa é toda do meu vizinho!*”, relacionam o caso à proliferação do *Aedes aegypti*. Na **Hipótese**, apenas o G5 propôs que “*o senhor João deve manter a borda do reservatório limpa...*”, e o G1 sugeriu que “*o tanque poderia ser um pouco menor [...] É só destampar em dias de chuva*”, evidenciando articulação entre materiais e fenômenos hidrológicos. No processo de **Investigação** e na **Interpretação**, todos os grupos explicaram o sistema de captação com base na Física, como em “*É para evitar a pressão da água*” (G1) e “*Para água não descer com tanta pressão*” (G5). Na **Conclusão** e **Organização do conhecimento**, conectaram a TSD ao problema inicial, como quando o G1 afirma que “*[...] existe uma saída de água para o ladrão quando o reservatório estiver cheio*”. Assim, a dimensão prática se consolidou ao demonstrar que os estudantes mobilizaram e reorganizaram conhecimentos científicos ao longo de todas as etapas.

A dimensão cultural da ACT escolar

A dimensão cultural da ACT, que envolve compreender a ciência e a tecnologia como construções humanas, históricas, sociais e culturais, não foi evidenciada nas produções dos estudantes ao longo das etapas investigativas.

A dimensão cívica da ACT escolar

A dimensão cívica da ACT manifesta-se em todas as etapas investigativas, especialmente quando os grupos articulam ciência, responsabilidade social e ações coletivas. Na etapa do **Problema**, o surto de dengue levou os estudantes a considerar não apenas aspectos científicos, mas também as condições socioambientais da comunidade. Na **Hipótese**, já emergem responsabilidades políticas e coletivas, como quando o Grupo 1 propôs “*cobrar mais ações da prefeitura*” (G1). Durante o processo de **investigação e interpretação**, mesmo com foco no funcionamento físico do sistema, surgem preocupações com a prevenção de doenças e a organização comunitária. Na **Conclusão** e na **Organização do conhecimento**, a dimensão cívica se fortalece quando os estudantes relacionam a TSD às demandas sociais e ambientais da comunidade. O Grupo 3, por exemplo, afirma que o sistema permitiria “*armazenar água, utilizar na plantação e evitar o mosquito da dengue*” (G3), articulando saúde pública, economia e ambiente. Também aparecem aspectos éticos e de convivência social, como quando o Grupo 4 destaca que “*deveriam conversar com os alunos que não é certo ficar fazendo chacota*” (G4). Assim, a dimensão cívica se faz presente em diferentes momentos da atividade investigativa, sempre que os estudantes mobilizam ações coletivas, políticas públicas e responsabilidade social na busca de soluções para o problema.

A dimensão transformação social da ACT escolar

A dimensão transformação social, relacionada ao engajamento crítico e à mobilização sociopolítica, emergiu na **Conclusão** (Etapa 5) e na **Organização do conhecimento** (Etapa 6), quando os grupos reavaliaram o caso à luz da tecnologia social e das ações coletivas. Na etapa inicial do **Problema**, o contexto de vulnerabilidade hídrica e sanitária já oferecia oportunidades de reflexão transformadora. Ainda que as **Hipóteses** (Etapa 2) focassem mais em soluções práticas, alguns grupos ampliaram o olhar para o impacto social das intervenções. A dimensão se fortalece no **Processo de investigação** (Etapa 3) e na **Interpretação** (Etapa 4), quando os estudantes compreendem como a TS pode superar desigualdades e melhorar as condições de vida. Isso se torna mais claro no trecho: “*A vigilância [...] propuseram a ideia de usarem a tecnologia social*” (G4), que articula conhecimento científico, ação institucional e transformação da realidade. Na **Conclusão** (Etapa 5), vários grupos reconhecem a TS como instrumento de mudança: “*Assim pode*

facilitar sua vida sem provocar a dengue e é com baixo custo” (G5). O Grupo 5 expressa diretamente o papel da comunidade escolar na transformação social ao afirmar: “Os alunos [...] realizaram um trabalho para recolher a água de chuva sem causar foco de dengue” (G5). Assim, a dimensão transformação social se consolida quando os estudantes articulam ciência, tecnologia, políticas públicas e participação social como caminhos para modificar o contexto comunitário.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Utilizar o Estudo de Caso como problema social do ENCI contribuiu para a formação crítica dos estudantes participantes e para a tomada de decisões sobre os problemas do meio em que vivem. Esse trabalho buscou apresentar, de forma resumida, como se caracteriza a mobilização da ACT a partir de uma atividade baseada na abordagem ENCI, cujo problema investigativo foi estruturado em um Estudo de Caso e em uma TSD, caracterizando, assim, um problema social.

A proposta analisada nesse estudo inicial desenvolveu nos estudantes habilidades, competências e novos conhecimentos, a partir de uma visão mais crítica sobre a temática durante o processo de aprendizagem, tanto dos conteúdos quanto das buscas por soluções às hipóteses do caso, mostrando-se um grande potencial para o desenvolvimento da ACT numa perspectiva de Transformação Social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAGNINO, R. **Tecnologia Social**: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB, 2014.
- FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. **Metodologias e abordagens diferenciadas em ensino de ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- FERNANDES, G. W. R.; FERNANDES, I. H.; SANTOS, D. L. Alfabetização científica e tecnológica como transformação social: uma reflexão para a sua promoção no ensino de ciências a partir de uma tecnologia social. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**. v. 26, p. 1-21, 2024.
- GAMA, B. S. *et al.* Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais. In: ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. R. **Tecnologias sociais da permacultura e educação científica**: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar. São Paulo: Livraria da Física, p. 29-46, 2022.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e argumentação em sala de aula: a construção de conclusões, evidências e raciocínios. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 22, n. e20073, 2020.