

A ARTICULAÇÃO ENTRE O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO E A TECNOLOGIA SOCIAL DIDÁTICA: CAMINHOS PARA A PROMOÇÃO DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Iury Henrique Fernandes¹, Geraldo Wellington Rocha Fernandes², Danilo Lópes Santos

¹ Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG/ PPGE-FaE/UFMG/ iury.henrique@ufvjm.edu.br

² Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/Departamento de Ciências Biológicas DCBIO/FCBS/ gerald.fernandes@ufvjm.edu.br

³ Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG/ PPGE-FaE/UFMG/ danielolopes.edu@gmail.com

INTRODUÇÃO

O presente estudo constitui-se em um recorte de uma pesquisa que relaciona Tecnologias Sociais Didáticas (TSD) e o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), desenvolvida no Grupo de Estudo e Pesquisa em Abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências (GEPAMEC). Inicialmente, cabe destacar que as TSD têm origem nos estudos de Dagnino (2010, 2014, 2020), mas, ao serem incorporadas ao contexto educacional, segundo Fernandes (2025) e Fernandes, Santos e Fernandes (2025), possibilitam a abordagem de conteúdos e conceitos científicos e tecnológicos de diferentes componentes curriculares, articulando-os aos saberes locais, bem como aos problemas e demandas sociais que impactam e influenciam tanto a comunidade escolar quanto a comunidade local.

A proposta de articulação entre as TSD e o ENCI fundamenta-se em Fernandes, Allain e Dias (2022) e em Allain e Fernandes (2022), constituindo-se como um caminho para a promoção de uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) no contexto escolar, uma vez que pode fomentar o engajamento e a discussão de questões de natureza social, política, ética e ambiental, entre outras. Tal articulação possibilita, segundo Fernandes (2025), a conscientização e a compreensão crítica, por parte dos estudantes, acerca das implicações e aplicações mais amplas da Ciência e da Tecnologia presentes em sua vida cotidiana.

Nessa perspectiva, autores como Lorenzetti (2023), Fernandes, Santos e Fernandes (2025) e Fernandes (2025) apresentam, em seus estudos, um olhar para a necessidade do desenvolvimento da ACT no contexto escolar. Além disso, Fernandes, Fernandes e Santos (2024, p. 6) compreendem que o desenvolvimento da ACT no ambiente escolar “[...] só será possível a partir da intencionalidade do professor ao planejar atividades com perspectivas transformadoras”. Desse modo, este estudo se fundamenta nas propostas de Fernandes, Santos e Fernandes (2024), Fernandes, Santos e Fernandes (2025), que propõem caracterizar a ACT em contexto escolar a partir de suas dimensões prática, cultural, cívica e de transformação social.

Compreende-se, neste estudo, que uma proposta de atividade investigativa pautada na articulação entre uma TSD e o ENCI, a partir de uma intencionalidade docente (Fernandes; Fernandes; Santos,

2024), pode constituir-se como um meio para a promoção da ACT escolar, com foco na transformação social. O ENCI é compreendido por Fernandes, Allain e Dias (2022) como uma “[...] abordagem de ensino, uma forma de ensinar e aprender Ciências. Por sua vez, Sasseron (2015, 2018) compreende o ENCI como uma abordagem didática, que está associada às ações e às práticas realizadas pelo professor ao criar condições para que os estudantes investiguem um problema.

Assim, considerando os aspectos previamente apresentados, o objetivo que orienta esta proposição é: *Compreender e caracterizar como a implementação de uma atividade investigativa, fundamentada na abordagem do ENCI e articulada à TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC), contribui para o desenvolvimento da ACT escolar em estudantes da Educação Básica.* A partir do alcance do objetivo geral, este trabalho também busca atingir os seguintes objetivos específicos: **1.** Identificar e analisar como a abordagem do ENCI articulada à TSD do ASBC favorece emergência de diferentes dimensões da ACT (prática, cultural, cívica e de transformação social) mobilizadas pelos estudantes. **2.** Investigar como a abordagem do ENCI contribui para a argumentação e participação crítica dos estudantes durante a atividade investigativa articulada à TSD do ASBC.

METODOLOGIA DE ENSINO: O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO ARTICULADO COM A TSD DO AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO

Para orientar a coleta de dados desta pesquisa, elaborou-se uma proposta pedagógica fundamentada nos Elementos das Atividades Investigativas de Ensino de Ciências (AIEC) e nas etapas de investigação descritas por Fernandes, Allain e Dias (2022, p. 245) (Quadro 1).

Quadro 1. Caracterização dos elementos de AIEC de Fernandes, Allain e Dias (2022)

Aulas	Elementos das AIEC	Etapas de Investigação
1 aula de 50min	1. Problema	1.1 O problema da atividade investigativa: Debate sobre os impactos sociais, ambientais e econômicos das matrizes energéticas, com foco no alto consumo de energia elétrica na comunidade (especialmente pelo uso do chuveiro elétrico). Perguntas: Como as escolhas sobre as fontes de energia que utilizamos afetam a vida da nossa sociedade? Quais alternativas podemos buscar? Como podemos reduzir o consumo de energia elétrica em nossa comunidade escolar e local, considerando seus impactos sociais, ambientais e econômicos na vida das nossas famílias? 1.2 As principais reflexões e dilemas sobre o problema: debates e discussões sobre o problema, observando os saberes iniciais dos estudantes. 1.3 Exemplos relacionados ao problema: alto consumo de energia proveniente do chuveiro elétrico; impactos socioambientais de fontes tradicionais; alternativas sustentáveis para mitigar impactos das ações antrópicas; Inclusão social; a TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo;

	2. Hipótese	2.1 Registro e avaliação das hipóteses: Realização de uma roda de conversa para levantamento e discussão de hipóteses pelos estudantes acerca de alternativas para redução do consumo energético na comunidade escolar e local (uso de energia solar, tecnologias acessíveis, reaproveitamento de materiais).
2 aulas (50 min).	3. Processo de investigação	3.1 Descrição dos materiais utilizados na investigação: garrafas PET, caixas de leite, canos PVC, tinta preta, lixa, cola, barrica, etc. 3.2 Descrição do processo investigativo pelos estudantes: Construção coletiva e estudo investigativo da TSD “Aquecedor Solar de Baixo Custo” (Figura 1).
	4. Interpretação	4.1 Análise e interpretação dos dados obtidos: Observação da estrutura e funcionamento da TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo, como por exemplo, a circulação da água no sistema, análise do aquecimento, discussão sobre radiação solar, condução e convecção, entre outros.
1 aula (50 min.)	5. Conclusão	5.1 Sistematização e registro dos dados: Grupo focal revisitando as hipóteses para os problemas debatidos anteriormente e como a TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo possibilita agir sobre o problema identificado. 5.2 Comunicação das informações: Debate em grupo. 5.3 Aplicação do conhecimento construído na atividade em outras situações: Retomada (problemas sociais, ambientais e econômicos debatidos anteriormente): Como a TSD pode ser útil para a nossa comunidade? De que forma o uso de um Aquecedor Solar de Baixo Custo poderia ajudar a transformar a nossa realidade?
2 aulas (50 min).	6. Organização do conhecimento	6.1 Descrição das definições, conceitos, relações e leis: Após o desenvolvimento da proposta de articulação entre a TSD e o ENCI serão trabalhados com os estudantes por meio de uma aula expositiva dialogada com os conceitos de <i>Ciências</i> : Radiação solar; condução, convecção e irradiação; calor e temperatura; reciclagem e reutilização; fontes de energia e transição energética. <i>Matemática</i> : medidas de área, volume, capacidade; <i>Geografia</i> : Incidência solar e clima; Impactos ambientais das fontes energéticas tradicionais.

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) a partir de Fernandes, Allain e Dias (2022, p. 247).

O processo de investigação orientado por uma TSD

A AIEC foi organizada em torno de um problema concreto da realidade dos estudantes: o elevado consumo de energia elétrica na comunidade e seus impactos socioambientais e econômicos. A discussão sobre as matrizes energéticas não constituiu um fim em si mesma, mas o ponto de partida para compreender o problema e formular possíveis alternativas. Nesse contexto, o Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) foi introduzido como uma hipótese de possível solução a ser investigada pelos estudantes. A montagem foi realizada de forma coletiva pelos estudantes (Figura 1), seguindo o roteiro de construção proposto por Guedes et al. (2022) e Reis (2022). Em seguida, os estudantes investigaram o funcionamento do sistema.

Figura 1. Confeção e estudo da TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo



Fonte: Acervo dos autores (2025)

METODOLOGIA DA PESQUISA

Caracterização da Pesquisa

Este estudo consiste em uma pesquisa de abordagem qualitativa (Lüdke; André, 1986), de caráter exploratório e descritivo (Flick, 2009). A investigação está amparada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), integrando um projeto mais amplo denominado “Caracterização dos projetos, programas e ações de intervenção em Ciências Naturais nas escolas vinculadas à Superintendência Regional e à Secretaria Municipal de Ensino de Diamantina”, registrado sob o número CAAE 64530622.1.0000.5108.

Caracterização do Cenário e Participantes Da Pesquisa

As intervenções pedagógicas e demais ações desta pesquisa foram realizadas em uma escola situada no distrito de Mendanha, pertencente ao município de Diamantina, Minas Gerais. Para esta investigação, serão analisados os dados referentes ao 8º ano, composto por seis estudantes. A fim de preservar a identidade dos participantes, seus nomes não serão divulgados, sendo identificados como E1, E2, E3... E6. É importante destacar que, por se tratar de uma escola localizada em uma comunidade predominantemente rural, o número de estudantes por turma é relativamente reduzido.

Técnicas e Instrumentos de Coleta de Dados

Os dados utilizados nesta pesquisa foram coletados tanto de forma oral quanto escrita durante o desenvolvimento da proposta fundamentada no ENCI (Quadro 1) e no estudo e aplicação da TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo (Figura 1) na Educação Básica.

Metodologia de Análises dos Dados

Para a análise dos dados buscou-se verificar, compreender e caracterizar o desenvolvimento da ACT escolar (Quadro 3) seguindo as orientações propostas por Fernandes, Fernandes e Santos (2024, p. 6), que abrange as dimensões Prática, Cultural, Cívica e de Transformação Social.

Quadro 1. As dimensões para a 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 sobre a 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 da 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: Adaptado de Fernandes, Fernandes e Santos (2024, p. 6).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados ao longo deste tópico constituem recortes do material coletado durante a pesquisa e permitem caracterizar o desenvolvimento da proposta na Educação Básica.

A análise da Etapa 1 (**Problema**) e Etapa 2 (**Hipóteses**) da AIEC evidenciou que, a partir do problema apresentado (Quadro 1): “Como as escolhas sobre as fontes de energia que utilizamos afetam a vida da nossa sociedade? Quais alternativas podemos buscar? Como podemos reduzir o consumo de energia elétrica em nossa comunidade escolar e local, considerando seus impactos sociais, ambientais e econômicos na vida das nossas famílias?”. Desse modo, os estudantes apresentam e debatem suas hipóteses para a pergunta norteadora da AIEC (Quadro 3). Assim, destaca-se a seguir as seguintes falas:

Quadro 3. O levantamento de hipóteses para o problema pelos estudantes na AIEC

Fala/ Hipótese	Dimensão da ACT mobilizada
E1: No Brasil, a gente precisa dessas fontes energéticas, como a solar e a eólica, porque elas são fontes de energia renováveis.	Prática Cívica
E3: Seria necessário diversificar essas fontes energéticas, sabe? Porque podem fornecer mais energia, além de serem menos poluentes.	Cívica
E5: Mas a solar não traz tantos impactos quanto a hidrelétrica. A energia solar seria uma boa alternativa para diminuir os impactos no ambiente e nas comunidades.	Cívica Transformação social

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Com um olhar para as dimensões da ACT escolar mobilizadas, identifica-se, na fala do E1, a **dimensão prática**, à medida que o estudante aponta a necessidade de transição para a energia solar, justificando sua posição com base no conceito de fonte renovável. Conforme discutem Fernandes, Santos e Fernandes (2025), essa dimensão prática é comumente identificada quando os estudantes aplicam conhecimentos científicos e tecnológicos para explicar fenômenos,

demonstrando a “compreensão de conceitos, leis e teorias dos processos da Ciência e da Tecnologia” (Fernandes; Santos; Fernandes, 2025, p. 24). A **dimensão cívica** da ACT escolar também pode ser evidenciada nas falas de E1 e E2, ao destacarem a energia solar como uma alternativa mais sustentável, menos poluente e de menor impacto ambiental em comparação às fontes hidrelétricas. Já na fala de E3, identifica-se a **dimensão de transformação social**, uma vez que o estudante enfatiza a necessidade de uma transição energética orientada à redução dos impactos ambientais e sociais enfrentados pelas comunidades.

Nesse primeiro recorte, percebe-se que as hipóteses levantadas pelos estudantes para o problema apresentado fomentaram discussões, problematizações críticas e percepções acerca do problema, favorecendo a emergência de diferentes dimensões da ACT escolar. Com base em Valladares (2021) e Fernandes, Santos e Fernandes (2025), percebe-se, nesse recorte, que as falas dos estudantes, inicialmente situadas na **dimensão prática**, ao apresentarem entendimento conceitual, evoluem para a **dimensão cívica**, com um posicionamento crítico sobre os aspectos socioambientais, e, posteriormente, alcançam a **dimensão de transformação social**.

Na etapa 2 da AIEC (**Processo de Investigação**), os estudantes realizaram o estudo e a construção coletiva da TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo. Posteriormente, na etapa 3 da AIEC (**Interpretação**), realizaram a observação da estrutura e do funcionamento da TSD por eles desenvolvida. Desse modo, a seguir, apresenta-se a análise de alguns recortes que caracterizam essa etapa.

Quadro 4. O processo de investigação e interpretação da AIEC a partir da TSD desenvolvida

Falas	Dimensões da ACT mobilizadas
Professor: A água quente que vocês estão vendo voltar para o recipiente, ela se aquece ao passar pelo sistema. Com o tempo, a água aqui dentro do recipiente vai estar quente. Peguem nesse cano aqui, a água está quente ou fria?	
E3: Aqui a água sai fria, porque ela ainda não passou por essa parte (placa construída com caixas de leite e garrafas PET), só que quando ela sobe ela volta quente.	Prática
E2: Aqui já está mais quente. É como se fosse a placa solar.	Prática
E1: O cano também está pintado de preto, então vai esquentar a água que passa dentro dele!	Prática

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Por meio do recorte apresentado, os estudantes, ao observarem o funcionamento do ASBC, descreveram empiricamente o aquecimento da água. Percebe-se que, os estudantes passaram a relacionar o aquecimento da água no sistema à mobilização inicial do conceito de absorção de calor associada à radiação solar.

As dimensões da ACT mobilizadas nessas etapas da AIEC estão relacionadas à observação do funcionamento, da estrutura e da eficiência da TSD desenvolvida pelos estudantes. Analisando as falas de E3, E2 e E1, observa-se, majoritariamente, a mobilização da dimensão prática da ACT

escolar, uma vez que, de acordo com Fernandes, Fernandes e Santos (2024, p. 6), os estudantes acionam “[...] conhecimentos científicos e tecnológicos, a partir de elementos da linguagem científica” para explicar o conceito de absorção de calor observado na TSD.

Nas etapas 4 (**Conclusão**) e 5 (**Organização do Conhecimento**) da AIEC, realizou-se a sistematização do conhecimento construído pelos estudantes nas etapas anteriores, de modo que pudessem analisar e interpretar tanto as hipóteses iniciais quanto as novas compreensões elaboradas ao longo da AIEC, após a construção da TSD do ASBC. A reflexão foi orientada pelos questionamentos: “Como a Tecnologia Social Didática pode ser útil para a nossa comunidade?” e “De que forma o uso de um Aquecedor Solar de Baixo Custo poderia ajudar a transformar a nossa realidade?”. Desta forma, destaca-se os seguintes recortes (Quadro 5):

Quadro 5. A sistematização do conhecimento construído pelos estudantes

Falas	Dimensões da ACT mobilizadas
E1: O uso do Aquecedor Solar nas nossas casas poderia ajudar a diminuir os custos com a conta de energia.	Transformação social
E5: Iria ajudar a Reduzir o gasto sobre eletricidade nas nossas residências	Transformação social
E7: Na nossa casa, ele pode trazer muita economia, tipo, diminuir o gasto com energia elétrica.	Transformação social

Fonte Elaborado pelos autores (2025)

Os recortes apresentados caracterizam, majoritariamente, a dimensão de transformação social mobilizada nos argumentos dos estudantes, uma vez que estes passam a relacionar o uso do ASBC à melhoria concreta das condições socioeconômicas da comunidade. Tal aspecto corrobora o que defende Fernandes (2025, p. 14), ao afirmar que os estudantes desenvolvem a capacidade “de aplicar conhecimentos científicos e tecnológicos em contextos sociais, a fim de resolver problemas e participar de forma autônoma na sociedade”. Dessa forma, a dimensão de transformação social torna-se mais evidente quando os estudantes associam o uso do Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) à melhoria das condições de vida das famílias e da comunidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados ao longo deste estudo evidenciam que a articulação entre uma TSD do Aquecedor Solar de Baixo Custo e a abordagem ENCI constitui um caminho para promover a ACT no contexto escolar. Ao propor uma atividade investigativa fundamentada em uma problemática socioambiental presente na comunidade, foi possível observar a emergência progressiva das dimensões prática, cívica e de transformação social.

Desse modo, a análise das etapas da AIEC demonstrou que os argumentos dos estudantes, inicialmente situados em uma dimensão prática, evoluem progressivamente para posicionamentos críticos sobre as implicações sociais e ambientais das fontes energéticas, o que permite identificar a dimensão cívica da ACT escolar. Posteriormente, ao relacionarem o uso do Aquecedor Solar de

Baixo Custo à melhoria das condições de vida da comunidade, mobilizaram a dimensão de transformação social. Nesse contexto, a proposta de articulação entre a TSD e o ENCI emerge como um meio para um ensino de Ciências socialmente engajado, que se aproxime da realidade dos estudantes e valorize seus saberes locais.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seu agradecimento ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências (GEPAMEC) e à Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pelo apoio institucional e pelo fomento à pesquisa, fundamentais para a realização e posterior apresentação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. R. **Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: Propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2022.
- DAGNINO, R. **Tecnologia Social: ferramenta para construir outra sociedade**. 2ed. Campinas: Komedi, 2010. 184 p.
- DAGNINO, R. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. 2. ed. Campina Grande: Editara Insular, 2014. 317 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/7hbdtd>. Acesso em: 29 mar. 2025.
- DAGNINO, R. **Tecnociência Solidária: um manual estratégico**. 2. ed. Marília: Editora Lutas Anticapital, 2020. 183 p.
- FERNANDES, G. W. R. Há uma Crise na Alfabetização Científica e Tecnológica? Uma Reflexão Crítica Sobre STEM e Transformação Social. **Vestigare: Revista de Pesquisa em Educação Ciências e Tecnologias**, Palotina, n. 1, p. 4-28, 2025.
- FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. **Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências**. São Paulo: Editora 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 (Belo Horizonte)**, v. 26, n. e53183, p. 1-21, 2024.
- FERNANDES, I. H.; SANTOS, D. L.; FERNANDES, G. W. R. Alfabetização Científica e Tecnológica Escolar Como Transformação Social: Uma Análise a Partir de Uma Situação de Estudo Apoiada por Tecnologia Social. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 25, n. e53657, p. 1-29, 2025.
- FLICK, Uwe. **Qualidade na pesquisa qualitativa: coleção pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 196 p. Tradução de: Roberto Cataldo Costa.
- LORENZETTI, Leonir. Promovendo a alfabetização científica e tecnológica no contexto escolar. **Educação por escrito**, v. 14, n. e45045, p. 1-14, 2023.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas: temas básicos de educação e ensino**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1986. 10 p. 1986.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.
- SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.
- VALLADARES, L. Scientific Literacy and Social Transformation: Critical Perspectives about Science Participation and Emancipation. **Science & Education**, v. 30, n. 3, p. 557–587, 2021.