

# **ANÁLISE DE ELEMENTOS DA INVESTIGAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE UM MINI BIODIGESTOR: A ELABORAÇÃO DE UMA TECNOLOGIA SOCIAL DIDÁTICA EM UMA ESCOLA NO INTERIOR DE MINAS GERAIS**

**Júlia Roberta Teixeira Miranda<sup>1</sup>, Danilo Lopes Santos<sup>1</sup>, Fernando César Silva<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Faculdade de Educação/Universidade Federal de Minas Gerais  
juliarteixeira06@gmail.com, danilolopes.edu@gmail.com, fcsquimico@ufmg.br

## **INTRODUÇÃO**

As abordagens investigativas têm sido amplamente discutidas e pesquisadas no campo do Ensino de Ciências, tanto em âmbito internacional (van Uum; Peeters; Verhoeff, 2021; van Uum; Verhoeff; Peeters, 2016, 2017) quanto nacional (Carvalho, 2018; Munford; Lima, 2007; Trivelato; Tonidandel, 2015). A literatura recente aponta que, embora não exista uma definição consensual e unívoca acerca do que caracteriza o Ensino de Ciências por Investigação, há um entendimento compartilhado de que essa abordagem didática tem como núcleo central a resolução de um problema por meio do engajamento dos estudantes em práticas características das ciências, o que pode ocorrer por meio da adoção de diversas estratégias didáticas (Vechiato; Scarpa, 2024).

Nesse contexto, Sasseron (2021) destaca que os processos investigativos desenvolvidos pelos estudantes podem ser compreendidos a partir de três dimensões articuladas: a) materiais para concretização do experimento, (b) construção de arranjo experimental e (c) formas de obtenção e de registro dos dados. Para a autora estes elementos representam organização de ideias e construção de práticas que podem ser associados aos objetos epistêmicos ou às condições experimentais (Rheinberger, 1997; Sasseron, 2021).

O momento de construção do arranjo experimental ancora-se nos estudos de Rheinberger (1997), que define o arranjo experimental como o conjunto de condições experimentais, também denominadas de objetivo técnico, que configuram a forma como o experimento é organizado e realizado. Nessa perspectiva, Sasseron (2021) assinala a possibilidade de se conjecturar acerca da mutabilidade entre objetos epistêmicos e condições experimentais, uma vez que as condições experimentais “determinam o campo de possíveis representações do objeto epistêmico; e objetos epistêmicos suficientemente estáveis tornam repertório técnico de um arranjo experimental” (Rheinberger, 1997, p. 29; Sasseron, 2021)

Na busca por desenvolver diferentes dimensões da Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), as Tecnologias Sociais Didáticas (TSD) têm se apresentado como um

caminho promissor (Fernandes; Fernandes; Santos, 2024; Fernandes, 2025).

Segundo Fernandes, Fernandes e Santos (2024), as TSD constituem meios pelos quais os estudantes planejam, esquematizam, estudam conceitos científicos, refletem sobre os aspectos sociais da ciência e da tecnologia e buscam transformar o seu entorno.

Considerando que as atividades investigativas podem se materializar por meio da adoção de múltiplas estratégias didáticas (Vechiato; Scarpa, 2024), este trabalho tem por objetivo analisar como estudantes de uma escola pública do interior de Minas Gerais constroem um arranjo experimental durante a elaboração de um mini biodigestor, concebido como uma Tecnologia Social Didática, buscando evidenciar as relações entre materiais, condições experimentais e objetos epistêmicos que emergem nesse processo investigativo.

Este trabalho se justifica pela contribuição para a Educação Científica ao articular o Ensino de Ciências por Investigação, a noção de arranjo experimental e o uso de Tecnologias Sociais Didáticas no desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica. Ao analisar a construção de um mini biodigestor por estudantes de uma escola pública, o estudo evidencia como eles organizam ideias, manipulam materiais e tomam decisões.

### **As Tecnologias Sociais Didáticas (TSD)**

As Tecnologias Sociais Didáticas (TSD) emergem na intersecção entre o campo das Tecnologias Sociais (TS) e a Educação Científica, com foco específico na escola básica e na Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) em perspectiva crítica e transformadora. Fernandes, Fernandes e Santos (2024) compreendem as TS como construções sociais que podem trazer impactos, positivos, contribuições ou soluções para problemas sociais em uma determinada comunidade e em seus atores sociais, podendo englobar técnicas, programas e procedimentos destinados a solucionar as dificuldades sociais, especialmente em comunidades carentes (Allain; Fernandes, 2022). No Brasil, (Dagnino, 2014) constitui uma referência central nesse debate, embora não as analise no contexto escolar nem as associe aos atores sociais da comunidade escolar (Fernandes; Santos; Fernandes, 2025).

É justamente nesse ponto que emergem as TSD como um deslocamento teórico-metodológico das TS para o contexto da escola. Do ponto de vista conceitual, o conceito de TSD é compreendido como um modelo social didático, fundamentado em protótipos pedagógicos que permitem aos estudantes planejar, esquematizar, estudar conceitos, desenvolver projetos e refletir sobre os aspectos sociais da ciência e da tecnologia (Fernandes; Fernandes; Santos, 2024).

A TSD, portanto, não se reduz a um recurso experimental ou a um projeto pontual, mas constitui um organizador curricular e formativo. Nesse sentido, enfatiza-se que as TSD não devem ser confundidas com pedagogia de projetos, recursos experimentais ou com a

educação/abordagem    Ciência-Tecnologia-Engenharia-Matemática    (STEM)

(Fernandes, Geraldo, 2025; Fernandes; Fernandes; Santos, 2024). Sua integração ao currículo é compreendida como possibilidade de complementar uma perspectiva curricular multi, pluri ou interdisciplinar, abordando objetos do conhecimento que envolvem áreas como Ciências, Biologia, Geografia, História, Matemática, Física, Química, Sociologia, entre outras (Fernandes; Fernandes; Santos, 2024).

Por fim, é importante destacar que a teoria sobre TSD ainda está em construção, fundamentando-se nas obras de Dagnino (2014) e outros estudos que sustentam a Educação Científica brasileira (Fernandes; Santos; Fernandes, 2025). Esse caráter em desenvolvimento reforça o papel das TSD como um campo fértil de investigação e intervenção, no qual se articulam a Alfabetização Científica e Tecnológica, Tecnologias Sociais e práticas educativas comprometidas com a justiça social, a participação crítica e a transformação das realidades locais.

## **METODOLOGIA**

Para investigar a questão norteadora deste trabalho, partimos da análise de um recorte de observações não participantes de uma turma, composta de 6 alunos, do sétimo ano do Ensino Fundamental de uma Escola Municipal de uma comunidade rural do Vale do Jequitinhonha em Minas Gerais, onde se acompanhou as atividades desenvolvidas sem interferência pedagógica.

Nesse contexto, o levantamento de dados se deu pelo registro fotográfico das avaliações escritas feitas pelos alunos, e sua posterior transcrição, e pelo registro de áudio e vídeo das interações discursivas entre professor e alunos nas aulas de ciências. Para a seleção dos momentos, o material registrado passou por um mapeamento e as passagens de interesse foram selecionadas e também posteriormente transcritas. A transcrição das interações discursivas entre os interlocutores seguiu a metodologia proposta por Carvalho (2011).

Todos os procedimentos respeitaram as normas éticas de pesquisa com seres humanos, conforme aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, mediante assinatura dos Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos responsáveis. A fim de manter o anonimato dos envolvidos, todos os interlocutores que aparecem no trabalho, tiveram seus nomes alterados.

### **Proposta de TSD: o contexto da construção de um biodigestor**

Inicialmente, a temática das Tecnologias Sociais Didáticas foi abordada pelo professor a partir de uma aula inicial com a introdução a um problema social, em específico, a respeito do efeito estufa. A partir dessa aula, os alunos e professores discutiram quais

gases contribuem para esse fenômeno e as implicações no meio ambiente, como poluição, por exemplo. Nas aulas seguintes, foi iniciada pelo professor uma discussão e proposta de uma tecnologia social que contribuiria para amenizar essa problemática: o mini biodigestor.

O biodigestor consiste num sistema em que materiais orgânicos são transformados em biogás ou fertilizante através da digestão anaeróbica realizada por bactérias. A proposta didática foi a construção, pelos alunos, de uma versão menor deste sistema. Para que isso fosse possível, os alunos tiveram auxílio do professor e ao longo do processo, discussões sobre os materiais que utilizaram e suas funções no sistema foram realizadas.

Ao final da construção do mini biodigestor, os encontros posteriores da turma se centraram na retomada dos conceitos trabalhados e para a elaboração de uma apresentação para o público, que culminou na mostra do trabalho que eles desenvolveram, forma de uso e como a população poderia se beneficiar dessa tecnologia.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho, o intuito é analisar o aspecto da construção de um arranjo experimental pelos alunos durante a construção do biodigestor e como os outros elementos da investigação são articulados, como os materiais necessários para a concretização do experimento e os objetos epistêmicos. Embora a abordagem utilizada nas aulas não se centrou no Ensino de Ciências por Investigação, observamos que elementos investigativos identificados por Sasseron (2021) permeiam a forma como os alunos constroem o conhecimento nesse estudo.

Durante uma das aulas que antecederam a construção do biodigestor, foram levantadas questões relacionadas aos materiais utilizados. No quadro a seguir, está um recorte de uma dessas interações:

**Quadro 1.** Recorte da discussão a respeito da construção do mini biodigestor.

| Linha | Pessoa    | Fala                                                                                                             |
|-------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Professor | quinta feira a gente vai pintar o biodigestor de preto... por que vocês acham que a gente pinta de preto?        |
| 2     | Aluno A   | pra luz não refletir                                                                                             |
| 3     | Professor | não refletir:... o que vocês acham/quando vocês colocam a cor preta... ela esquentar com muita facilidade não é? |
| 4     | Alunos    | Ah é! sim!                                                                                                       |
| 5     | Professor | por que vocês acham que isso acontece?                                                                           |

|   |           |                                                                                                                                                                                                              |
|---|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Aluno A   | por que ela absorve luz?                                                                                                                                                                                     |
| 7 | Professor | por que ela absorve luz solar com mais facilidade... até por causa disso, além manter a temperatura mais alta a cor preta também não deixa que a luz entre ali dentro que é onde as bactérias estão vivendo/ |
| 8 | Aluno A   | por isso aí que elas não vão morrer né?                                                                                                                                                                      |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nessa passagem podemos observar que a cor da tinta foi posicionada pelo professor como um **material para a concretização do experimento**, o Aluno A justifica o uso do **material** com base nas propriedades físicas (linhas 2 e 6), entretanto para ele a tinta preta inicialmente foi posicionada como um objeto epistêmico, uma vez que era incerta sua função (Sasseron, 2021).

Após o professor confirmar sua hipótese, há a mutabilidade desse objeto, que agora passa a ser um objeto técnico, que também pode ser entendido como uma **condição experimental**. Com esse entendimento, surge uma nova hipótese (linha 8) a respeito do motivo pelo qual essa condição experimental existe. Assim, ele hipotetiza que, para que o biodigestor funcione adequadamente, os microrganismos devem permanecer vivos. Nesse sentido, o olhar para as condições materiais permite que o estudante levante hipóteses (Carvalho, 2018).

Na prova escrita, as respostas discursivas que os alunos apresentam diante de questionamentos a respeito da TSD, nos revela outros entendimentos dos alunos acerca do arranjo experimental. A discussão quanto ao uso da cor é retomada juntamente com outras condições para o funcionamento do mini biodigestor. No quadro a seguir, estão as respostas da Aluna B.

**Quadro 2.** Compilado de perguntas e respostas de uma avaliação escrita aplicada aos alunos.

|   | Pergunta                                                                               | Resposta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Apresente essas etapas e explique o que você fez para construir o mini biodigestor.    | Primeiro pintamos uma garrafa de provavelmente 30L, depois colocamos dois canos para entrada de alimento e o outro para a saída um líquido que pode ser usado para molhar as plantas depois fizemos um furo na parte de cima da garrafa e colocamos uma mangueira para sair o gás <i>metano</i> e ir para a <i>camara</i> de ar. Eu ajudei a colocar o cano. |
| 2 | Por quais motivos você pintou o Mini Biodigestor de preto? Explique.                   | Porque pintando de preto iriam absorver a luz ficando quente e assim os microrganismos podem se desenvolver.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3 | Se o Mini Biodigestor fosse pintado de outra cor você acredita que o resultado seria o | Não, os microorganismos iriam morrer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                       |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | mesmo? O que você pensa que aconteceria?                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                       |
| 4 | Na sua opinião, quais são as características ideais para o reservatório de material de um mini biodigestor. Justifique sua resposta com base no bom funcionamento do sistema.                                                                                              | Precisa de ser pintado de preto, deve ter um lugar para reservar o biogás, deve sempre estar em lugar quente, não <i>pode</i> ser colocadas frutas cítricas, deve ter um lugar para colocar resíduos. |
| 5 | O mini biodigestor é uma tecnologia que converte resíduos orgânicos em biogás. Considerando o seu cotidiano, como você acha que essa tecnologia pode ser útil para você e sua família? De que forma ela poderia impactar a vida das pessoas de [nome da cidade]? Explique. | Pode ser útil para produzir gás de cozinha. Teria mais economia e menos gasto de dinheiro <i>ne</i> um gás que custa caro podendo comprar outra coisa.                                                |

Fonte: Elaborado pelos autores. Grifo nosso.

Podemos observar nesse registro que a aluna aborda diretamente os **materiais necessários** para a construção do mini biodigestor quando cita a garrafa, os canos, a mangueira e a câmara de ar (resposta 1).

Quanto ao **arranjo experimental**, a aluna aborda as **condições experimentais** ao definir que o mini biodigestor deve ser pintado de preto pois essa cor absorve luz e aquece, criando um ambiente propício para o desenvolvimento dos microrganismos (resposta 2) e justifica que se a condição experimental fosse distinta, eles morreriam (resposta 3). Ela também destaca que alguns tipos de resíduos não podem ser colocados, como as frutas cítricas e que o mini biodigestor deve contar com um reservatório para armazenamento do biogás (resposta 2), além de caracterizar sua composição principal: o gás metano (resposta 1).

Ao detectar elementos da investigação no desenvolvimento da TSD, é possível observar que a aluna interage com os materiais à disposição, realiza observações e levanta hipóteses, buscando conectar com seus conhecimentos previamente conhecidos, características essas também apontadas por Sasseron (2015) como presentes no Ensino por Investigação, como abordagem didática.

Como resultado das **condições experimentais** e o uso dos **materiais** adequados, a aluna menciona que os produtos gerados pelo mini biodigestor são o fertilizante ao mencionar *“líquido que pode ser usado para molhar as plantas”* (resposta 1) e o próprio biogás, como gás de cozinha e pontua que, ao ser utilizado no contexto familiar e da comunidade onde vive (contexto da pergunta 5), *“Teria mais economia e menos gasto de dinheiro [...] um gás que custa caro podendo comprar outra coisa”* (resposta 5). Os trechos destacados evidenciam como a proposta se articula com o contexto social onde a escola está inserida e possa ser “um meio para a superação das demandas da comunidade” como destacam Archanjo Junior e Gehlen (2020) em discussão da contribuição das Tecnologias

Sociais para a Educação em Ciências.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho se propõe a mostrar como o elemento do arranjo experimental, elemento da prática investigativa (Sasseron, 2021), está presente no contexto de ensino de ciências em uma escola no interior de Minas Gerais, através do uso de uma Tecnologia Social Didática como mediadora da Alfabetização Científica e Tecnológica. Durante as aulas, os alunos organizam suas ideias, proposições e hipóteses sobre o material e seu uso, além de discutirem o impacto positivo que a montagem do biodigestor traria para a comunidade onde vivem.

Nessa ocasião foi apresentado apenas um recorte, pois se trata de uma análise em um contexto pontual, entretanto, esse estudo abre portas para se aprofundar e melhor compreender como as dimensões da prática investigativas, as Tecnologias Sociais Didáticas e a Alfabetização Científica e Tecnológica podem se articular no ensino de ciências que objetiva a transformação social (Silva; Sasseron, 2021).

## AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAIN, Luciana Resende; FERNANDES, Geraldo W. Rocha. **Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2022. v. 1
- ARCHANJO JUNIOR, M. G. DE; GEHLEN, S. T. A Tecnologia Social e sua Contribuição para a Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 345–374, 20 maio 2020.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. 765–794, 2018.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. 765–794, 2018.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. In: SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana María (org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: UNIJUÍ, 2011. (Educação em ciências). p. 437.
- DAGNINO, Renato. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. Florianópolis (SC): Isular, 2014.
- FERNANDES, Iury Henrique. **A tecnologia social didática no ensino de ciências como mediação sociotécnica pedagógica para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica escolar**. 2025. 158 f. Dissertação - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2025.
- FERNANDES, Geraldo. Há uma crise na Alfabetização Científica e Tecnológica? Uma reflexão crítica sobre STEM e transformação social. **VESTIGARE: Revista de Pesquisas em Educação, Ciências e Tecnologias**, [s. l.], n. 1, p. 4–28, 2025.

FERNANDES, Geraldo Wellington Rocha; ALLAIN, Luciana Resende; DIAS, Isabella Rocha. **Metodologias e abordagens diferenciadas em Ensino de Ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

FERNANDES, Geraldo; FERNANDES, Iury Henrique; SANTOS, Danilo Lopes. 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)**, [s. l.], v. 26, p. 1–21, 2024.

FERNANDES, Iury Henrique; SANTOS, Danilo Lopes; FERNANDES, Geraldo. 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**, [s. l.], p. e53657-29, 2025.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 9, p. 89–111, 2007.

RHEINBERGER, Hans-Jorg. **Toward a history of epistemic things: Synthesizing proteins in the test tube**. [S. l.]: Stanford University Press, 1997.

SASSERON, Lúcia Helena. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 23, p. e26063, 2021.

SASSERON, Lúcia Helena. 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. spe, p. 49–67, nov. 2015.

SILVA, Edyth Priscilla Campos; FRANCO, Luiz Gustavo; MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso. Ensino de Ciências por Investigação e Questões Sociocientíficas em Sala de Aula: Conexões a Partir da Análise de Práticas Epistêmicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. e51371-29, 2024.

SILVA, M. B. E; SASSERON, L. H. ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E DOMÍNIOS DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO: PROPOSIÇÕES PARA UMA PERSPECTIVA FORMATIVA COMPROMETIDA COM A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 23, 2021.

SILVA, Fernando César. ELEMENTOS DA INVESTIGAÇÃO: EXPLORANDO OS MATERIAIS DURANTE UMA ATIVIDADE EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO DO CAMPO. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://static.even3.com/anais/773892.pdf?v=639182613502421385>>. Acesso em: 28 jun. 2026. Acesso em: 29 jun. 2026.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [s. l.], v. 17, p. 97–114, 2015.

VAN UUM, Martina S. J.; PEETERS, Marieke; VERHOEFF, Roald P. Professionalising Primary School Teachers in Guiding Inquiry-Based Learning. **Research in Science Education**, [s. l.], v. 51, n. 1, p. 81–108, 2021.

VAN UUM, Martina S. J.; VERHOEFF, Roald P.; PEETERS, Marieke. Inquiry-based science education: scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. **International Journal of Science Education**, [s. l.], v. 39, n. 18, p. 2461–2481, 2017.

VAN UUM, Martina S. J.; VERHOEFF, Roald P.; PEETERS, Marieke. Inquiry-based science education: towards a pedagogical framework for primary school teachers. **International Journal of Science Education**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 450–469, 2016.

VECHIATO, Lucas; SCARPA, Daniela Lopes. O que conta como conhecimento sobre ensino de ciências por investigação? construção de oportunidades de aprendizagem docente em um contexto de reforma curricular. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 287–323, 2024.