



**BÁRBARA BALESTEROS RIBEIRO**

**ENSINO INVESTIGATIVO COM BIOMATERIAIS  
SUSTENTÁVEIS: CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM  
CIENTÍFICA E AMBIENTAL NO ENSINO FUNDAMENTAL**

**LAVRAS – MG  
2026**

**BÁRBARA BALLESTEROS RIBEIRO**

**ENSINO INVESTIGATIVO COM BIOMATERIAIS SUSTENTÁVEIS:  
CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM CIENTÍFICA E AMBIENTAL NO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do curso de Especialização  
“Ciências é 10!” para obtenção do título de  
Especialista.

Orientadora  
Profa. Dra. Laise Vieira Gonçalves Ribeiro

**LAVRAS – MG  
2026**

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

Ballesteros, Bárbara Ribeiro

Ensino investigativo com biomateriais sustentáveis:  
contribuições para a aprendizagem científica e ambiental no ensino  
fundamental /Bárbara Ballesteros Ribeiro. – 2026.

39 p.

Orientadora: Laise Vieira Gonçalves Ribeiro

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade  
Federal de Lavras, 2026.

Bibliografia.

1. Biocerâmica. 2. Biocouro. 3. Biomateriais. 4. Educação  
ambiental. 5. Ensino por investigação. I. Ribeiro, Laise Vieira  
Gonçalves. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

**BÁRBARA BALLESTEROS RIBEIRO**

**ENSINO INVESTIGATIVO COM BIOMATERIAIS SUSTENTÁVEIS:  
CONTRIBUIÇÕES PARA A APRENDIZAGEM CIENTÍFICA E AMBIENTAL NO  
ENSINO FUNDAMENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do curso de Especialização  
“Ciências é 10!” para obtenção do título de  
Especialista.

APROVADA em 09 de maio de 2026.

Dra. Jennifer Caroline de Sousa

Dra. Alessandra de Oliveira Ribeiro

Documento assinado digitalmente  
 LAISE VIEIRA GONCALVES RIBEIRO  
Data: 14/06/2026 23:25:14-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Laise Vieira Gonçalves Ribeiro  
Orientadora – Universidade Federal de Lavras

**LAVRAS – MG  
2026**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha família, que sempre esteve ao meu lado com carinho, compreensão e apoio incondicional. Cada palavra de incentivo e cada gesto de cuidado foram essenciais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus alunos, deixo meu mais profundo agradecimento. Vocês deram sentido a cada estudo, cada reflexão e cada página deste trabalho. A curiosidade, o entusiasmo e a dedicação de vocês transformaram esta pesquisa em muito mais do que um projeto acadêmico — ela se tornou uma experiência de aprendizagem e crescimento mútuo.

Aos colegas de profissão e amigos que compartilharam suas vivências, trocaram ideias e me impulsionaram a seguir, deixo minha gratidão sincera.

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como finalidade analisar uma proposta pedagógica fundamentada no ensino por investigação, desenvolvida a partir da produção de biomateriais sustentáveis: biocouro de kombucha e biocerâmica produzida com casca de ovo. O projeto foi realizado entre os meses de abril e novembro do ano de 2024, integrando aulas teóricas e práticas em laboratório de Ciências, com o objetivo de promover a aprendizagem científica, a autonomia discente e a reflexão sobre sustentabilidade e impactos ambientais. Neste sentido, foi utilizada a pesquisa de abordagem qualitativa de caráter exploratório e descritivo, utilizando como instrumentos de coleta de dados diários de bordo, relatórios experimentais, observações da professora e registros das interações dos estudantes. Como resultados foi possível observar que as atividades investigativas favoreceram a compreensão de conceitos relacionados à microbiologia, transformações físicas e químicas da matéria, propriedades dos materiais e educação ambiental, além de promover elevado engajamento e protagonismo discente. Em seguida, o projeto foi apresentado na Feira de Ciências da escola, onde recebeu o primeiro prêmio, evidenciando seu impacto pedagógico e social. Por fim, foi possível concluir que o uso de biomateriais em aulas práticas investigativas constitui uma estratégia potente para o ensino de Ciências, contribuindo para a formação de sujeitos conscientes quanto ao futuro da Terra.

**Palavras-chave:** Biocerâmica. Biocouro. Biomateriais. Educação ambiental. Ensino por investigação.

## ABSTRACT

This final course project aims to analyze a pedagogical proposal based on inquiry-based learning, developed, using the production of sustainable biomaterials: kombucha bioleather and bioceramics made from eggshells. The project was carried out between April and November of 2024, integrating theoretical and practical classes in a science laboratory, with the objective of promoting scientific learning, student autonomy, and reflection on sustainability and environmental impacts. In this sense, a qualitative research approach of an exploratory and descriptive nature was used, employing logbooks, experimental reports, teacher observations, and records of student interactions as data collection instruments. The results showed that the investigative activities fostered an understanding of concepts related to microbiology, physical and chemical transformations of matter, material properties, and environmental education, in addition to promoting high student engagement and leadership. The project was then presented at the school's Science Fair, where it received first prize, highlighting its pedagogical and social impact. Finally, it was possible to conclude that the use of biomaterials in investigative practical classes constitutes a powerful strategy for science education, contributing to the formation conscious individuals regarding the future of the Earth.

**Keywords:** Bioceramics. Bioleather. Biomaterials. Environmental education. Inquiry-based learning.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Processo de fermentação e formação do biofilme .....                | 18 |
| Figura 2 - Apresentação do biofilme .....                                      | 19 |
| Figura 3 - Manipulação do biofilme .....                                       | 19 |
| Figura 4 - Exposição e manipulação do biofilme .....                           | 20 |
| Figura 5 - Biofilme úmido após fermentação .....                               | 20 |
| Figura 6 - Biofilme após secagem (a).....                                      | 21 |
| Figura 7 - Biofilme após secagem (b) .....                                     | 21 |
| Figura 8 – Peça de Amostra (a) .....                                           | 22 |
| Figura 9 - Peça de Amostra (b).....                                            | 22 |
| Figura 10 – Peça de Amostra (c) .....                                          | 23 |
| Figura 11 - Apresentação do processo do biocouro em feira de ciências.....     | 23 |
| Figura 12 - Preparação da biocerâmica .....                                    | 24 |
| Figura 13 - Processo de modelagem com a biocerâmica.....                       | 25 |
| Figura 14 - Criação de produtos com biocerâmica.....                           | 25 |
| Figura 15 - Material produzido com biocerâmica .....                           | 26 |
| Figura 16 - Apresentação do processo da biocerâmica em feira de ciências ..... | 26 |
| Figura 17 - Produtos confeccionados pelos alunos a partir da biocerâmica.....  | 27 |



## SUMÁRIO

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                                      | <b>10</b> |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>                                           | <b>13</b> |
| 2.1 A aprendizagem científica e o ensino por investigação                | 13        |
| <b>3 METODOLOGIA</b>                                                     | <b>16</b> |
| 3.1 Abordagem e tipo de pesquisa                                         | 16        |
| 3.2 Contexto e participantes                                             | 17        |
| 3.3 Descrição das atividades investigativas                              | 17        |
| 3.3.1 Processo de Formação da Celulose Bacteriana (Biocouro de Kombucha) | 18        |
| 3.3.2 Processo de Produção da Biocerâmica de Casca de Ovo                | 24        |
| 3.4 Metodologia de análise dos Depoimentos                               | 27        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>                                          | <b>28</b> |
| 4.1 Aprendizagem de conceitos científicos                                | 28        |
| 4.2 Desenvolvimento de habilidades investigativas                        | 29        |
| 4.3 Construção da consciência ambiental                                  | 30        |
| 4.4 Reflexões sobre a prática docente                                    | 31        |
| <b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                            | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                       | <b>34</b> |
| <b>ANEXO I – DIÁRIO DE BORDO</b>                                         | <b>35</b> |
| <b>ANEXO II - DEPOIMENTOS</b>                                            | <b>38</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A intensificação da crise socioambiental contemporânea evidencia a necessidade de repensar modelos de produção, consumo e descarte que historicamente naturalizaram o uso excessivo de recursos, a geração crescente de resíduos e a degradação dos ecossistemas. Para Jacobi (2003, 2005), a educação ambiental precisa ser compreendida em diálogo com a cidadania, a complexidade e a construção de um pensamento crítico capaz de interpretar problemas ambientais para além de respostas pontuais ou comportamentais. Nessa direção, Loureiro (2006) defende uma educação ambiental crítica comprometida com a leitura histórica e social da crise ecológica, articulando ciência, ética, política e participação social.

No contexto escolar, esse debate convoca o ensino de Ciências a ultrapassar práticas centradas na memorização e na transmissão de conteúdos. O ensino por investigação constitui, nesse sentido, uma possibilidade metodológica potente, pois organiza situações em que os estudantes formulam perguntas, levantam hipóteses, observam fenômenos, testam possibilidades, registram dados e comunicam resultados. Carvalho (2018) destaca que tal perspectiva favorece a participação ativa do estudante na construção do conhecimento científico, enquanto Munford e Lima (2007) ressaltam que ensinar Ciências por investigação implica criar condições para que a sala de aula se torne um espaço de problematização, argumentação e produção de sentidos.

Associada a esse movimento, a alfabetização científica compreende não apenas a aprendizagem de conceitos, mas também a compreensão da natureza da ciência, de seus modos de validação e de suas relações com a vida cotidiana. Sasseron e Carvalho (2011) apontam que a alfabetização científica envolve o domínio de conhecimentos básicos, a compreensão da ciência como empreendimento humano e a capacidade de relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Assim, práticas investigativas que partem de problemas concretos e próximos da realidade dos estudantes tendem a ampliar o significado do que se aprende na escola.

Entre os temas com potencial para essa abordagem, destacam-se os biomateriais produzidos a partir de resíduos orgânicos ou de processos biotecnológicos de baixo impacto. A celulose bacteriana formada na fermentação da kombucha tem sido estudada como material biodegradável com propriedades promissoras para diferentes aplicações, inclusive no campo têxtil e do design sustentável (Sharma; Manhas, 2020; Nayak et al., 2024).

De modo semelhante, revisões recentes sobre biomateriais obtidos a partir da kombucha e de resíduos alimentares ressaltam seu potencial no contexto da sustentabilidade e da economia

circular (Cubas et al., 2023). Já o reaproveitamento de casca de ovo em materiais alternativos permite discutir resíduos, composição química, reaproveitamento e inovação ecológica em linguagem acessível aos estudantes.

No ensino fundamental, trabalhar com biocouro de kombucha e biocerâmica de casca de ovo possibilita integrar conceitos de microbiologia, fermentação, propriedades físicas dos materiais, transformações da matéria, reaproveitamento de resíduos e sustentabilidade. Além dos conceitos, tais práticas permitem observar concepções prévias dos estudantes, como a associação exclusiva de microrganismos a doenças, a ideia de que fermentação significa apenas deterioração, ou a crença de que materiais sustentáveis são necessariamente frágeis. Quando essas ideias são tensionadas por observação, registro e discussão orientada, a aprendizagem tende a avançar para além do senso comum, colocando em xeque visões reducionistas sobre os papéis dos microrganismos, da fermentação e dos materiais — movimento que Carvalho (2018) associa ao confronto entre concepções prévias e evidências empíricas produzidas no processo investigativo. Nessa perspectiva, o conhecimento científico escolar se aproxima de uma elaboração mais rigorosa da realidade, conforme discutem Munford e Lima (2007) ao defenderem que a investigação em sala de aula cria condições para problematizar certezas iniciais e construir novas formas de compreensão.

Foi nesse horizonte que se desenvolveu, em 2024, uma sequência didática com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental do Colégio Tiradentes da Polícia Militar – Unidade São João del Rei. A proposta articulou aulas teóricas, práticas de laboratório, registros sistemáticos e socialização dos resultados na Feira de Ciências da escola, onde o projeto recebeu o primeiro lugar. Posteriormente, o trabalho foi inscrito na 13ª FEBRAT (Feira Brasileira de Trabalhos de Iniciação Científica na Educação Básica e Técnica), onde os estudantes participaram efetivamente com apresentação em vídeo e exposição oral ao vivo na modalidade online, sendo premiados com o 3º lugar geral na Categoria C – Anos Finais do Ensino Fundamental. Partindo dessa experiência, este trabalho busca analisar de que maneira a produção de biomateriais sustentáveis, organizada em perspectiva investigativa, contribuiu para a aprendizagem científica, para o protagonismo discente e para a construção de uma consciência ambiental crítica.

A relevância social desta pesquisa reside na necessidade de fortalecer, no espaço escolar, discussões que ajudem os estudantes a compreender criticamente os impactos ambientais dos modos de produção e consumo vigentes. Nesse sentido, Jacobi (2003, 2005) defende que a educação ambiental deve contribuir para a formação de sujeitos capazes de interpretar a complexidade dos problemas socioambientais contemporâneos, superando visões simplificadas

sobre sustentabilidade. De modo complementar, Loureiro (2006) ressalta que a educação ambiental crítica precisa articular ciência, sociedade, ética e participação social, favorecendo a construção de uma leitura histórica e reflexiva da crise ecológica. Ao colocar em análise materiais convencionais e alternativas biodegradáveis produzidas a partir de resíduos orgânicos, a proposta aproxima o ensino de Ciências de problemas concretos da atualidade, favorecendo o desenvolvimento de atitudes mais reflexivas diante da crise ambiental. Além disso, conforme discutem Cubas et al. (2023), o uso de biomateriais obtidos a partir de resíduos alimentares e processos biotecnológicos se insere em debates atuais sobre sustentabilidade e economia circular, o que amplia a relevância social e educacional da temática. Nessa perspectiva, a escola não atua apenas informando sobre sustentabilidade, mas criando condições para que os estudantes interpretem, comparem e problematizem tecnologias, materiais e práticas sociais.

Do ponto de vista profissional, a investigação se justifica pela busca de metodologias que produzam aprendizagens mais significativas no ensino de Ciências. Conforme destaca Carvalho (2018), o ensino por investigação favorece a participação ativa do estudante na construção do conhecimento científico, ultrapassando práticas centradas na memorização e na simples transmissão de conteúdos. Nessa mesma direção, Munford e Lima (2007) argumentam que ensinar Ciências por investigação implica criar condições para que a sala de aula se torne um espaço de problematização, argumentação e produção de sentidos. Ao trabalhar com biomateriais, o professor pode articular conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em torno de uma situação de aprendizagem que combina experimentação, análise de dados, sustentabilidade e divulgação científica. Além disso, Sasseron e Carvalho (2011) ressaltam que a alfabetização científica envolve não apenas a aprendizagem de conceitos, mas também a compreensão das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, aspecto que reforça a pertinência pedagógica desta proposta. No caso específico do biocouro e da biocerâmica, o potencial dos biomateriais sustentáveis para aplicações diversas também vem sendo evidenciado em estudos recentes, como mostram Sharma e Manhas (2020) e Nayak et al. (2024), o que fortalece a atualidade e a relevância do tema para o ensino de Ciências.

No plano pessoal e formativo, a escolha do tema dialoga com a trajetória acadêmica e profissional da autora, formada em Ciências Biológicas e com estudos na área de bioconstrução e ecourbanismo. A experiência anterior com projetos envolvendo biomateriais despertou o interesse em compreender, de modo mais sistemático, como essas práticas repercutem na aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, a pesquisa também se alinha à compreensão de Freire (1996) de que a prática docente exige reflexão crítica permanente sobre a ação pedagógica, articulando experiência, compromisso ético e transformação da realidade. Desse

modo, a pesquisa articula experiência docente, compromisso com a educação científica e interesse por práticas pedagógicas que relacionem ciência, ambiente e transformação social.

Diante do potencial pedagógico do ensino por investigação e da relevância dos biomateriais sustentáveis para a educação ambiental, este estudo busca responder à seguinte questão-problema: Como práticas pedagógicas baseadas na produção de biomateriais sustentáveis, fundamentadas no ensino por investigação, contribuem para a aprendizagem científica e para a construção da consciência ambiental crítica dos estudantes do Ensino Fundamental?

O objetivo geral se propõe a investigar de que maneira as atividades práticas investigativas, envolvendo a produção de biomateriais sustentáveis, favorecem a aprendizagem científica e o desenvolvimento da consciência ambiental crítica em estudantes do Ensino Fundamental.

Os objetivos específicos são:

- a) Desenvolver atividades investigativas que estimulem a curiosidade, a autonomia e a participação ativa dos estudantes;
- b) Analisar como os alunos compreendem os processos científicos envolvidos na produção do biocouro de kombucha e biocerâmica a partir de casca de ovo;
- c) Avaliar como a prática contribui para a reflexão crítica sobre sustentabilidade e impacto ambiental;
- d) Refletir sobre a prática docente à luz do ensino por investigação.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 A aprendizagem científica e o ensino por investigação**

No ensino de Ciências, a aprendizagem não se inicia em um terreno vazio, pois os estudantes chegam à escola trazendo explicações construídas em suas experiências cotidianas, em discursos familiares, midiáticos e culturais. Essas concepções prévias influenciam a forma como interpretam os fenômenos observados e, muitas vezes, funcionam como obstáculos à elaboração de explicações mais próximas do conhecimento científico. Carvalho (2018) destaca que o ensino por investigação favorece justamente o confronto entre as ideias iniciais dos estudantes e as evidências produzidas no processo de observação, experimentação e argumentação. Nessa perspectiva, aprender Ciências não significa apenas receber informações corretas, mas reorganizar modos de pensar, rever interpretações e construir novas relações de sentido diante dos fenômenos estudados.

Esse movimento é especialmente importante em propostas pedagógicas que envolvem temas pouco usuais no cotidiano escolar, como a produção de biomateriais sustentáveis. No contexto deste trabalho, estudos sobre concepções alternativas no ensino de Ciências já documentam que muitos estudantes associam microrganismos exclusivamente a doenças, compreendem a fermentação como simples apodrecimento, entendem resíduos orgânicos como materiais sem utilidade e imaginam que materiais sustentáveis sejam necessariamente frágeis ou inferiores aos convencionais (Carvalho, 2018; Munford; Lima, 2007). Tais concepções prévias podem funcionar como obstáculos epistemológicos à compreensão dos processos científicos envolvidos na formação do biocouro de kombucha e da biocerâmica produzida com casca de ovo. Por isso, Munford e Lima (2007) ressaltam que ensinar Ciências por investigação implica criar situações em que perguntas, hipóteses, testes e interpretações permitam aos estudantes problematizar suas certezas iniciais e avançar na construção do conhecimento.

Nessa direção, a aprendizagem científica torna-se mais significativa quando o estudante participa ativamente da análise do fenômeno, observa transformações, registra dados, compara resultados e discute explicações com os colegas e com o professor. Sasseron e Carvalho (2011) assinalam que a alfabetização científica envolve não apenas a apropriação de conceitos, mas também a compreensão dos modos de produção do conhecimento científico e de suas relações com a vida social.

Desse modo, o papel do professor não é anular as ideias prévias dos estudantes, mas tomá-las como ponto de partida para a problematização e para a construção de novas compreensões. Em consonância com Freire (1996), a prática pedagógica exige respeito aos saberes dos educandos, sem, contudo, limitar-se a eles; ao contrário, exige mediação crítica capaz de promover deslocamentos intelectuais e ampliar a leitura de mundo. No caso desta pesquisa, o trabalho com biomateriais sustentáveis mostra-se fecundo justamente porque coloca os estudantes diante de fenômenos concretos que desafiam explicações simplificadas e favorecem a passagem de percepções imediatas para interpretações mais elaboradas, articulando experiência, investigação e aprendizagem científica.

O ensino por investigação constitui uma abordagem didático-metodológica que busca aproximar a aprendizagem escolar de práticas próprias da cultura científica. Em vez de receberem respostas prontas, os estudantes são convidados a lidar com problemas, evidências, dúvidas e interpretações, construindo explicações com mediação docente. Carvalho (2018) destaca que o ensino por investigação não se resume à realização de experimentos, mas supõe intencionalidade pedagógica, planejamento e organização de situações em que os alunos possam pensar sobre fenômenos, tomar decisões e discutir resultados.

Munford e Lima (2007) acrescentam que o trabalho investigativo em sala de aula envolve a criação de ambientes de aprendizagem nos quais perguntas e argumentos têm papel central. Nesses contextos, o professor organiza o problema, acompanha o percurso da turma, intervém quando necessário e favorece a circulação de diferentes interpretações, sem retirar dos estudantes a tarefa intelectual de pensar. Isso significa compreender o laboratório e os demais espaços escolares não como locais de demonstração mecânica, mas como ambientes de observação, comparação, erro, reformulação e construção coletiva.

No campo do ensino de Ciências, tal perspectiva articula-se à alfabetização científica. Sasseron e Carvalho (2011) ressaltam que aprender Ciências implica compreender conceitos, reconhecer modos de produção do conhecimento científico e estabelecer relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Desse modo, a investigação científico-escolar contribui para que o estudante compreenda a ciência como uma prática humana, historicamente situada, e não apenas como um conjunto de verdades prontas. Ao trabalhar com biomateriais, a escola favorece exatamente esse movimento: os fenômenos observados em laboratório passam a ser lidos em conexão com problemas ambientais e escolhas de consumo tendo os estudantes como protagonistas.

A noção de protagonismo discente, neste trabalho, não se refere apenas a “participar” de atividades, mas à possibilidade de agir intelectualmente sobre o processo de aprendizagem. Isso inclui perguntar, levantar hipóteses, registrar, comparar, argumentar, socializar resultados e reposicionar-se diante do que foi observado. Rancière (2002) contribui para esse debate, ao defender a emancipação intelectual como reconhecimento da capacidade de todo sujeito de aprender e pensar por si, desde que a escola não o reduza a uma posição de mera dependência explicativa.

No ensino por investigação, tal protagonismo se concretiza quando o professor organiza uma situação que exige ação intelectual dos estudantes, ao mesmo tempo em que oferece mediação, linguagem e acompanhamento. Freire e Faundez (1985) enfatizam o valor pedagógico da pergunta e do diálogo como motores do conhecimento. Ao acompanhar a fermentação da kombucha, preparar soluções, observar alterações, testar tingimentos e secar materiais, assim como ao modelar e impermeabilizar peças de biocerâmica a partir da casca de ovo, os estudantes não apenas executam tarefas, mas constroem significados sobre o fazer científico.

Nesse quadro, a discussão sobre biomateriais torna-se pedagogicamente ativa porque permite comparar processos produtivos, identificar impactos, problematizar resíduos e analisar alternativas. O biocouro de kombucha, por exemplo, abre espaço para refletir sobre uso de água,

matérias-primas, biodegradabilidade, possibilidades de reaproveitamento e inovação sustentável. A biocerâmica de casca de ovo, por sua vez, permite discutir economia circular, valorização de resíduos e transformação de materiais que, em geral, seriam descartados sem reflexão.

Mais do que apresentar “soluções verdes”, trabalhar com esses materiais no ensino de Ciências contribui para formar uma postura investigativa e crítica diante da ideia de sustentabilidade. Os estudantes passam a compreender que a análise ambiental envolve múltiplas variáveis e que a noção de material sustentável não pode ser reduzida à aparência final do produto, mas precisa considerar processos, usos, limites e contextos.

Nesse sentido, importa distinguir a concepção de sustentabilidade adotada neste trabalho da perspectiva hegemônica das “soluções verdes”, que tende a reduzir o problema ambiental ao desenvolvimento de produtos e tecnologias ecologicamente corretas, sem questionar os modelos de produção e consumo que geram a crise.

A culminância do projeto ocorreu em espaços públicos de socialização, como a Feira de Ciências da escola. Dez meses mais tarde, com a participação na 13ª FEBRAT, evento de abrangência nacional, no qual os estudantes apresentaram o trabalho em vídeo e exposição oral ao vivo na modalidade online, intensificando assim, o protagonismo discente. Nessas situações, os estudantes assumem a posição de autores e divulgadores do conhecimento produzido, reformulando a relação entre aprender e comunicar ciência.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Abordagem e tipo de pesquisa**

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, com elementos de relato de experiência pedagógica (depoimento dos participantes) e análise documental. A opção por uma abordagem qualitativa justifica-se pelo interesse em compreender sentidos, indícios de aprendizagem, modos de participação e interpretações produzidas pelos estudantes ao longo da experiência, e não em mensurar resultados por meio de instrumentos padronizados.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa privilegia os processos, os significados atribuídos pelos sujeitos e a análise contextualizada das situações educativas. No presente estudo, isso implicou em tornar a experiência pedagógica não apenas



como prática de ensino, mas como campo de produção de registros e evidências passíveis de análise.

### **3.2 Contexto e participantes**

A prática investigativa foi desenvolvida com estudantes de uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental Anos Finais (turma 701) do Colégio Tiradentes da Polícia Militar – Unidade São João del Rei, durante aulas regulares de Ciências, entre abril e novembro de 2024. O projeto envolveu momentos em sala de aula, atividades no laboratório e ações de socialização científica na Feira de Ciências da escola.

Os registros disponíveis indicam participação coletiva da turma ao longo das etapas do projeto. Para fins de sistematização acadêmica, o corpus analítico concentrou-se nos materiais efetivamente disponíveis no momento da escrita do TCC: diário de bordo do projeto, relatórios e registros escritos, observações da professora, registros fotográficos, trabalho apresentado na 13ª FEBRAT e doze depoimentos escritos produzidos por estudantes sobre a experiência. Além disso, quatro estudantes figuraram como autores do trabalho e representantes do projeto na FEBRAT, onde participaram com apresentação em vídeo e exposição oral ao vivo na modalidade online, conquistando o 3º lugar geral na Categoria C – Ensino Fundamental Anos Finais. Considera-se, portanto, que a análise focaliza os vestígios documentais da experiência, sem pretensão de esgotar a totalidade das interações ocorridas em sala.

### **3.3 Descrição das atividades investigativas**

A sequência didática foi organizada em etapas articuladas, em consonância com os pressupostos do ensino por investigação. Na etapa de problematização inicial, os estudantes foram convidados a refletir sobre materiais utilizados no cotidiano, impactos ambientais associados ao couro tradicional, a queima e extração cerâmica e aos resíduos sólidos, bem como alternativas mais sustentáveis. Em seguida, os estudantes foram organizados em dois grupos, em que o primeiro grupo realizou levantamento de hipóteses sobre a possibilidade de produzir um material semelhante ao couro por meio de processos biológicos e sobre o aproveitamento de resíduos orgânicos na produção de novos materiais. Em paralelo, o segundo grupo levantou hipóteses sobre a possibilidade de produzir materiais decorativos, semelhantes a objetos cerâmicos, com processo produtivo menos nocivo em comparação ao processo da produção da cerâmica tradicional.

### 3.3.1 Processo de Formação da Celulose Bacteriana (Biocouro de Kombucha)

No trabalho com a kombucha, a etapa inicial envolveu discussão coletiva sobre a composição química do chá, o papel do açúcar como substrato energético para os microrganismos e a função do SCOBY no processo fermentativo. Os estudantes levantaram hipóteses sobre o que ocorreria ao longo do cultivo e discutiram as razões para cada procedimento adotado, de modo que as atividades não se restringissem à execução de uma receita pronta, mas envolvessem compreensão dos fenômenos científicos subjacentes. Em consonância com o diário de bordo, essa etapa teórica foi fundamental para planejar as fases experimentais com intencionalidade investigativa. Em seguida, foi preparada uma infusão de chá adoçado, na qual se adicionou o SCOBY (cultura simbiótica de bactérias do gênero *Komagataeibacter* e leveduras). De acordo com os registros, o cultivo foi mantido e alimentado periodicamente, possibilitando a formação da película de celulose bacteriana, a partir da fermentação dos microrganismos envolvidos (bactérias do gênero *Acetobacter* e leveduras como *Saccharomyces*), responsáveis pela fermentação e formação do biofilme.

Figura 1- Processo de fermentação e formação do biofilme



Fonte: Da Autora (2025)

Os estudantes acompanharam o crescimento do biofilme ao longo dos dias, observando variáveis como tempo, temperatura, umidade, vedação do recipiente e tempo de fermentação,

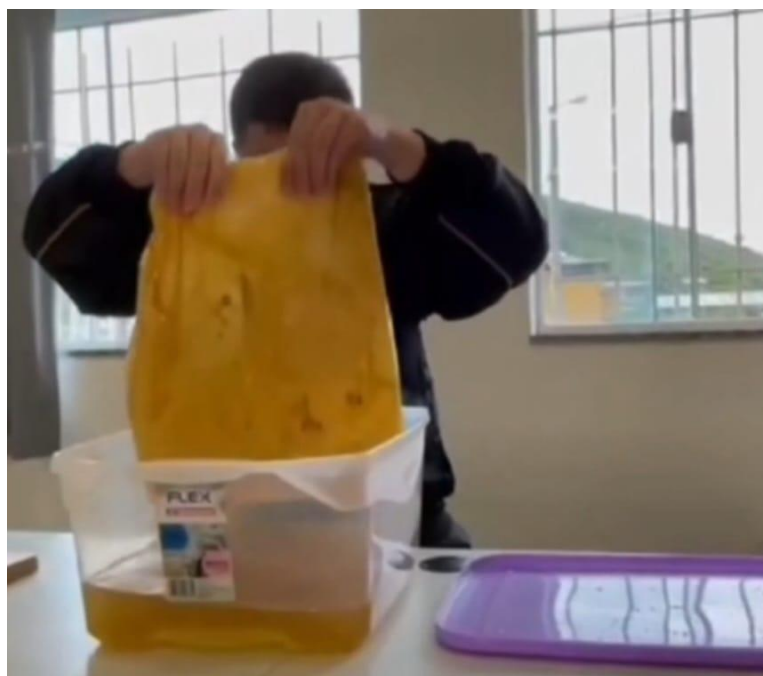
registrando o crescimento da celulose bacteriana e discutindo suas propriedades, conforme a figura 2 e 3 a seguir.

Figura 2 – Apresentação do biofilme



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 3 – Manipulação do biofilme



Fonte: Da Autora (2025)

Os dados foram coletados por meio de Diário de Bordo, relatórios experimentais, observações e registros fotográficos. Após a fermentação, o biofilme foi retirado, lavado, seco

e submetido a testes de resistência, flexibilidade, absorção de água e comparação com materiais convencionais.

Figura 4 – Exposição e manipulação do biofilme



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 5 – Biofilme úmido após fermentação



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 6 – Biofilme após secagem (a)



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 7 – Biofilme após secagem (b)



Fonte: Da Autora (2025)

A partir do material já seco e impermeabilizado foram produzidas peças de amostra, como demonstrado nas figuras 8, 9 e 10 a seguir:

Figura 8 – Peça de Amostra (a)



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 9 – Peça de Amostra (b)



Fonte: Da Autora (2025)



Figura 10 – Peça de Amostra (c)



Fonte: Da Autora (2025)

Os estudantes apresentaram os resultados aos colegas e ao corpo pedagógico do colégio, durante o evento da feira de ciências.

Aos visitantes, que passaram pelo stand, foi oferecida uma degustação do Kombucha saborizado proveniente da fermentação que deu origem a celulose bacteriana.

Figura 11 – Apresentação do processo do biocouro em Feira de Ciências



Fonte: Da Autora (2025)

### 3.3.2 Processo de Produção da Biocerâmica de Casca de Ovo

Assim como na etapa do biocouro, a produção da biocerâmica foi precedida de discussão conceitual sobre as propriedades físicas e químicas da casca de ovo, a função do alginato de sódio como agente ligante e as transformações esperadas durante a secagem e impermeabilização das peças. Os estudantes também discutiram comparativamente o processo produtivo da cerâmica convencional, identificando diferenças em termos de temperatura, energia e impacto ambiental. Essa abordagem buscou garantir que os alunos compreendessem o porquê de cada procedimento, em consonância com os princípios do ensino por investigação. Em relação à Biocerâmica produzida a partir da casca de ovo, as cascas foram previamente higienizadas, secas, trituradas e peneiradas. Associadas ao alginato de sódio, como agente ligante, os alunos produziram peças modeladas, que após o processo de secagem foram submetidas ao processo de impermeabilização, possibilitando a análise da resistência e durabilidade do material, conforme demonstram as figuras 12, 13, 14 e 15 a seguir:

Figura 12 – Preparação da Biocerâmica



Fonte: Da Autora (2025)



Figura 13 – Processo de modelagem com a Biocerâmica



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 14 – Criação de produtos com Biocerâmica



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 15 – Material produzido com Biocerâmica



Fonte: Da Autora (2025)

Os estudantes apresentaram os resultados aos colegas e ao corpo pedagógico do colégio, durante o evento da feira de ciências.

Também foi oferecida aos visitantes da feira, a experiência de produzir uma peça de Biocerâmica como lembrança personalizada para levar para casa.

Figura 16 – Apresentação do processo da biocerâmica em feira de ciências



Fonte: Da Autora (2025)

Figura 17 – Produtos confeccionados pelos alunos a partir da Biocerâmica



Fonte: Da Autora (2025)

### 3.4 Metodologia de análise dos Depoimentos

A incorporação dos depoimentos de doze estudantes buscou responder à necessidade de ampliar a sustentação analítica do trabalho com evidências diretamente associadas à voz dos alunos. Esses registros permitiram observar não apenas o que foi feito, mas como a experiência foi significada pelos participantes, elemento fundamental para responder aos objetivos da pesquisa.

A análise dos dados foi orientada pela proposta de análise de conteúdo de Minayo (2014), considerada adequada para a interpretação de materiais textuais em pesquisas de abordagem qualitativa. Para esse processo, foram organizadas três etapas complementares.

Na pré-análise, realizou-se a leitura exploratória do conjunto documental, com o objetivo de identificar recorrências e convergências de ideias, possibilitando a organização do corpus e a definição das categorias de análise em consonância com os objetivos do estudo.

Na etapa de exploração do material, procedeu-se à seleção das unidades de registro e de significado presentes nos diários de bordo, nos depoimentos e nos relatos da prática.

Por fim, na etapa de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, os dados foram sistematizados em categorias temáticas, permitindo a identificação de regularidades, tensões e evidências relacionadas à aprendizagem, à participação e à reflexão ambiental.

A partir desse processo, constituíram-se quatro categorias analíticas: aprendizagem de conceitos científicos; desenvolvimento de habilidades investigativas e protagonismo discente; construção da consciência ambiental crítica; e reflexões sobre a prática docente e a socialização científica. Tais categorias orientam a apresentação dos resultados e a discussão a seguir.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Aprendizagem de conceitos científicos**

Os registros analisados indicam que a prática favoreceu a compreensão de conceitos científicos relacionados à fermentação, à ação dos microrganismos, às transformações da matéria e às propriedades dos materiais produzidos. O diário de bordo descreve que os estudantes acompanharam, ao longo dos meses, o crescimento da película de celulose bacteriana, a necessidade de manejo periódico do cultivo e as mudanças ocorridas durante a secagem, o tingimento e a impermeabilização do biocouro. Esse acompanhamento contínuo contribuiu para deslocar uma visão simplificada da kombucha como “apenas uma bebida” para a compreensão de processos microbiológicos e materiais envolvidos na experiência.

Os depoimentos dos estudantes reforçam essa interpretação. Uma aluna afirmou que a experiência foi importante porque ajudou a perceber “como uma bebida simples pode ter tanta ciência por trás, tipo fermentação, probióticos e saúde do corpo”, destacando ainda que a ciência ajuda a entender melhor o que colocamos no corpo (E1). Outra estudante registrou, de forma sintética, que “kombucha é uma bebida fermentada feita com chá adoçado, uma SCOBY e um pouco de kombucha de uma fermentação anterior”, reconhecendo a presença de bactérias e leveduras no processo e seus possíveis efeitos (E2). Em outro depoimento, lê-se que a Feira de Ciências foi interessante porque permitiu ver “como microrganismos transformam o chá, mostrando a ciência na prática” (E3).

Tais excertos sugerem que a atividade contribuiu para ressignificar concepções iniciais e aproximar os estudantes da compreensão de que microrganismos também participam de processos benéficos e produtivos. Essa constatação dialoga com Carvalho (2018), quando a autora destaca que a investigação escolar possibilita confrontar ideias prévias com evidências empíricas, reorganizando a aprendizagem. Também se aproxima da noção de alfabetização científica discutida por Sasseron e Carvalho (2011), uma vez que os estudantes passaram a interpretar fenômenos observáveis com linguagem científica progressivamente mais elaborada.

No caso da biocerâmica, os registros revelam aprendizagem relacionada às propriedades dos materiais, à mistura de componentes, à secagem e ao acabamento das peças. Um estudante relatou ter ficado “impressionado” com o comportamento da cerâmica e com o fato de que “a ciência se comporta diferente dependendo do elemento usado” (E4). Outro afirmou que a experiência permitiu compreender “processos químicos e físicos funcionando de verdade e não só na teoria” (E5). Assim, a proposta favoreceu a articulação entre conceitos escolares e observação concreta, elemento importante para uma aprendizagem significativa em Ciências.

#### **4.2 Desenvolvimento de habilidades investigativas**

Além da aprendizagem conceitual, a experiência evidenciou o desenvolvimento de habilidades investigativas e de protagonismo discente. O Diário de Bordo registra que os estudantes participaram da preparação semanal do chá; da alimentação do cultivo, da retirada e viragem diária do biofilme em secagem; dos testes de tingimento; da testagem de proporções de ingredientes, para um resultado satisfatório de estruturação da Biocerâmica; observação temporal do processo de cura e da confecção final das peças de Biocerâmica. Tais ações demandaram constância, comparação de resultados, registro e tomada de decisões, elementos centrais do ensino por investigação.

Nos depoimentos, os próprios estudantes reconhecem esse percurso. Uma aluna afirmou que o projeto mostrou que “a ciência precisa de paciência e de muitos testes para dar certo” (E6). Outro estudante destacou que o trabalho de “fazer o chá toda semana, virar o couro todos os dias e colori-los” favoreceu a maturidade, o senso de responsabilidade e o aprendizado do “fazer ciência” (E7). Em consonância com isso, um depoimento registra que a Feira de Ciências foi uma oportunidade de aprofundar conhecimentos e vivenciar trabalho em equipe, marcado por “várias pesquisas e testes” realizados ao longo das aulas (E8).

Essas evidências sugerem que a prática não se limitou à execução de tarefas previamente definidas, mas mobilizou processos de observação, persistência, comparação, ajuste e colaboração. Há também indícios claros de autoria e comunicação científica. Um estudante relatou que a melhor parte foi realizar experimentos ao vivo durante a apresentação na Feira (E9), enquanto outro afirmou que participar do projeto o fez sentir-se um jovem “cientista” mais responsável e estudioso (E7). Tais registros dialogam com Rancière (2002) e com Freire e Faundez (1985), ao indicarem que perguntar, investigar e comunicar resultados são movimentos constitutivos da emancipação intelectual e do protagonismo discente.

A apresentação pública do projeto fortaleceu esse processo. Ao explicar procedimentos, justificar escolhas, oferecer degustação da Kombucha e conduzir oficinas com a Biocerâmica, os estudantes assumiram a posição de mediadores do conhecimento perante outros sujeitos da comunidade escolar. Isso amplia o sentido pedagógico da experiência, pois o conhecimento produzido deixa de circular apenas entre professora e turma e passa a ganhar dimensão social.

#### **4.3 Construção da consciência ambiental**

A análise dos depoimentos e dos registros escritos também revela indícios de construção de uma consciência ambiental. Os estudantes não se limitaram a afirmar genericamente que o projeto era “sustentável”. Em vários momentos, relacionaram a experiência ao reaproveitamento de resíduos, à busca por alternativas aos materiais convencionais e à necessidade de repensar práticas cotidianas. Uma estudante escreveu que o objetivo do grupo não era simplesmente vencer uma competição, mas “divulgar nosso aprendizado para conscientizar as pessoas sobre alternativas sustentáveis e como pequenas ações podem nos trazer grandes resultados no futuro” (E10).

Outro estudante relatou que o projeto o ajudou a “repensar duas vezes” suas maneiras de lidar com reciclagem e ambiente (E11). Em um terceiro depoimento, destaca-se que a experiência mostrou a importância de alternativas biodegradáveis e do aproveitamento de resíduos orgânicos, reforçando a relação entre ciência e sustentabilidade (E12). Esses enunciados indicam um deslocamento do discurso ambiental genérico, para uma percepção mais conectada a práticas materiais, escolhas e impactos.

Do ponto de vista didático, esse resultado é relevante porque aponta para a possibilidade de a Educação Ambiental emergir integrada ao ensino de Ciências, e não como tema periférico. Ao comparar biomateriais com materiais convencionais, os estudantes foram levados a discutir recursos naturais, resíduos, biodegradabilidade e inovação. Essa perspectiva aproxima-se de Loureiro (2006) e Jacobi (2003, 2005), para quem a Educação Ambiental precisa produzir leitura crítica das relações entre sociedade e natureza, incorporando reflexão, participação e problematização.

É importante reconhecer, contudo, que a construção de consciência ambiental não se encerra em uma única experiência pedagógica. O que os dados indicam, de forma mais prudente, é a emergência de indícios relevantes de sensibilização crítica e de ampliação do repertório dos estudantes para interpretar questões ambientais a partir de práticas concretas e investigativas.

É preciso reconhecer, contudo, que os depoimentos analisados revelam predominantemente uma consciência ambiental ainda centrada em atos individuais e na valorização da reciclagem e da reutilização — dimensão que Loureiro (2006) classifica como comportamental, e não propriamente crítica no sentido de questionar as estruturas sociais e econômicas que produzem a crise ambiental. A passagem para uma compreensão ambiental crítica, que articule ciência, história, política e participação social, é um processo de formação de longa duração, que não se encerra em uma única sequência didática. O que a experiência evidenciou, com clareza e honestidade, é que o primeiro passo foi dado: os estudantes foram sensibilizados, ampliaram seu repertório conceitual e iniciaram um deslocamento de percepções simplificadas para interpretações mais conectadas às práticas materiais e aos impactos socioambientais. Esse resultado, por si só, é pedagogicamente significativo e aponta para o potencial do trabalho com biomateriais como ponto de partida para a construção progressiva de uma consciência ambiental mais crítica e transformadora.

#### **4.4 Reflexões sobre a prática docente**

A experiência analisada também permitiu refletir sobre a prática docente e sobre os desafios de organizar aulas investigativas em contexto escolar real. Os registros evidenciam que o trabalho exigiu planejamento de longo prazo, acompanhamento sistemático, mediação constante e adaptação diante de imprevistos, como controle de contaminação do cultivo, tempo de secagem dos materiais e ajuste entre resistência e plasticidade das peças. Esses elementos confirmam que o ensino por investigação demanda intencionalidade e flexibilidade docente, e não apenas a realização pontual de atividades práticas.

Ao mesmo tempo, a experiência mostrou que limitações estruturais da escola podem ser convertidas em oportunidades pedagógicas quando incorporadas ao próprio processo de investigação. O acompanhamento periódico da Kombucha, por exemplo, fez com que os alunos compreendessem que fenômenos científicos exigem tempo, cuidado e registro. Já a necessidade de ajustar proporções e técnicas na Biocerâmica tornou visível que o conhecimento se constrói também por tentativas, erros, reformulações e aprendizagem coletiva.

A socialização científica constituiu um dos pontos altos do percurso. O projeto foi apresentado na Feira de Ciências do Colégio Tiradentes da Polícia Militar em 2024, conquistando o primeiro lugar. Posteriormente, a experiência foi organizada e inscrita na 13ª FEBRAT (Feira Brasileira de Trabalhos de Iniciação Científica na Educação Básica e Técnica) em 2025, onde os estudantes participaram ativamente com apresentação em vídeo e exposição

oral ao vivo na modalidade online, conquista coroada com o 3º lugar geral na Categoria C – Ensino Fundamental Anos Finais. Esse reconhecimento externo reforça a relevância da divulgação científica na Educação Básica, pois permite que os estudantes reconheçam o valor público de suas investigações e se percebam como produtores de conhecimento para além dos muros da escola.

Em síntese, os resultados apontam que a prática analisada produziu efeitos formativos relevantes em três níveis articulados: ampliação da aprendizagem científica, fortalecimento do protagonismo discente e abertura para reflexões ambientais. Tais efeitos, embora localizados e contextualizados, indicam a potência do trabalho com biomateriais como eixo organizador de experiências investigativas no ensino de Ciências.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho buscou analisar de que maneira práticas pedagógicas fundamentadas no ensino por investigação, articuladas à produção de biomateriais sustentáveis, podem contribuir para a aprendizagem científica e para a construção da consciência ambiental crítica de estudantes do Ensino Fundamental. A partir da experiência desenvolvida com uma turma do 7º ano, foi possível compreender que o uso do Biocouro de Kombucha e da Biocerâmica de Casca de Ovo se constituiu em uma estratégia pedagógica potente para aproximar os estudantes da ciência em uma perspectiva ativa, contextualizada e socialmente significativa.

Os resultados indicaram que a proposta favoreceu a compreensão de conceitos científicos relacionados à fermentação, à ação dos microrganismos, às transformações da matéria e às propriedades dos materiais, ao mesmo tempo em que estimulou habilidades investigativas como observação, levantamento de hipóteses, registro, comparação de resultados e comunicação científica. Além disso, a experiência contribuiu para ampliar a participação dos estudantes no processo de aprendizagem, fortalecendo seu protagonismo e sua implicação com o trabalho desenvolvido.

Outro aspecto relevante evidenciado pela pesquisa foi a possibilidade de integrar o ensino de Ciências à Educação Ambiental de forma concreta e problematizadora. Ao trabalhar com materiais produzidos a partir de processos biológicos e do reaproveitamento de resíduos, os estudantes foram levados a refletir sobre consumo, descarte, sustentabilidade, biodegradabilidade e alternativas aos materiais convencionais. Nesse sentido, a proposta ultrapassou uma abordagem meramente informativa ou comportamental, favorecendo a



construção de uma leitura mais reflexiva sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Também se destaca que a experiência permitiu importantes reflexões sobre a prática docente. O desenvolvimento de atividades investigativas demanda planejamento, acompanhamento sistemático, flexibilidade e disposição para lidar com o imprevisto, mas mostrou-se altamente formativo tanto para os estudantes quanto para a professora. A culminância do projeto na Feira de Ciências da escola, onde recebeu o primeiro lugar, e a posterior participação na 13ª FEBRAT, premiada com o 3º lugar geral na Categoria C, reforçaram o valor pedagógico da divulgação científica na educação básica e mostraram que a escola pode ser um espaço de produção, circulação e valorização do conhecimento.

Cabe reconhecer, contudo, que este estudo se desenvolveu a partir de uma experiência situada, vinculada a uma turma específica e apoiada em registros qualitativos produzidos ao longo do percurso. Por isso, não se pretende generalizar os resultados, mas evidenciar possibilidades pedagógicas e formativas que podem inspirar outras práticas e pesquisas no ensino de Ciências. Desse modo, sugere-se que investigações futuras aprofundem o uso de biomateriais em diferentes contextos escolares, bem como explorem outras interfaces entre ensino por investigação, Educação Ambiental crítica e alfabetização científica.

Em resposta à questão que orientou esta pesquisa, como práticas pedagógicas baseadas na produção de biomateriais sustentáveis, fundamentadas no ensino por investigação, contribuem para a aprendizagem científica e para a construção da consciência ambiental crítica dos estudantes do Ensino Fundamental?, é possível afirmar que a produção de biomateriais sustentáveis, quando organizada sob a perspectiva investigativa, favorece simultaneamente a aprendizagem científica, o protagonismo discente e o início da construção de uma consciência ambiental. A experiência mostrou que investigar, experimentar e comunicar resultados em torno de materiais concretos e socialmente relevantes transforma a sala de aula em espaço de produção de conhecimento, de questionamento de certezas e de formação de sujeitos mais atentos às relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

## REFERÊNCIAS

- BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994;
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2018;
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018;
- CUBAS, Ana Luiza V.; et al. **Advances in the Production of Biomaterials through Kombucha Using Food Waste: Concepts, Challenges, and Potential**. Polymers, v. 15, n. 7, 1701, 2023.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 23ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996;
- FREIRE, Paulo; FAUNDEZ, Antônio. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985;
- JACOBI, Pedro Roberto. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, 2003.
- JACOBI, Pedro Roberto. **Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo**. Educação e Pesquisa, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.
- LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental: repensando o espaço da crítica**. São Paulo: Cortez, 2006;
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.
- MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. **Ensinar Ciências por investigação: em quê estamos de acordo?** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.
- NAYAK, Rajkishore et al. Potential of bacterial cellulose for sustainable fashion and textile applications: A review. **Journal of Materials Science**, v. 59, p. 6685-6710, 2024.
- RANCIÈRE, Jacques. **O mestre ignorante: cinco lições sobre a emancipação intelectual**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002;
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- SHARMA, C.; MANHAS, R. K. Bacterial Cellulose: A Unique Polymer with Potential for Industrial Use. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 104, p. 3485-3497, 2020.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Manual de normalização e estrutura de trabalhos acadêmicos: TCC, monografias, dissertações e teses**. 6. ed. Lavras: UFLA, s.d.

## ANEXO I – DIÁRIO DE BORDO

### Diário de Bordo

Materiais Biodegradáveis a Partir de Resíduos Orgânicos: Produção de Biocouro de Kombucha e Biocerâmica com Casca de Ovo no Ensino Fundamental

#### Orientação:

Bárbara Ballesteros Ribeiro, professora de ciências  
Colégio Tiradentes da Polícia Militar – Unidade São João del Rei.  
babi.ballesteros@gmail.com

#### Alunos:

Conrado Silva Rocha, conradosilvarocha52@gmail.com  
Henrique Baêta de Andrade, henriquesjdr@gmail.com  
Isadora Almeida de Sá, isarodactpm@gmail.com  
Leonardo Bassi Oliveira, leobassioliveira@gmail.com

Categoria: C

### Produção do Biocouro e do Kombucha

Iniciamos o desenvolvimento do projeto em abril de 2024, com o objetivo de estudar, produzir e testar a utilização do biocouro de kombucha, a partir do aproveitamento da película de celulose bacteriana como um material biodegradável. Assim, buscamos desenvolver uma alternativa sustentável e eficiente, capaz de substituir ou reduzir o uso do couro tradicional.

#### Abril a Junho de 2024:

O SCOBY — sigla para Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (Colônia Simbiótica de Bactérias e Leveduras) — foi mantido em uma grande caixa transparente, onde pôde se reproduzir e formar a película de celulose bacteriana.

O cultivo foi alimentado quinzenalmente com cerca de 7 a 10 litros de chá verde (ou preto) adoçado, favorecendo o crescimento contínuo da película até atingir a espessura desejada. A cada ciclo, a bebida kombucha era retirada, fermentada e saborizada, enquanto uma nova infusão de chá era adicionada ao recipiente, garantindo a manutenção e o desenvolvimento constante do SCOBY.

#### Junho a Outubro de 2024:

Ao final do primeiro semestre de 2024, realizamos a primeira retirada da película formada para o processo de secagem.

A película foi higienizada cuidadosamente com água e sabão e disposta sobre uma peça de madeira, sendo virada diariamente pelos alunos para garantir uma secagem uniforme e eficiente.

Durante esse período, foram conduzidos testes de tingimento com corantes naturais, aplicados em diferentes etapas do processo: durante a fermentação, a higienização e a secagem, com o intuito de avaliar a absorção das cores e o comportamento do material em distintas condições.

Após o processo completo de secagem, o biocouro foi impermeabilizado com cera de carnaúba, o que proporcionou maior resistência, brilho e durabilidade, além de manter o caráter biodegradável e ecológico do material.

O resultado foi um material com textura, flexibilidade e aparência semelhantes ao couro tradicional, demonstrando ótima absorção dos pigmentos naturais e reforçando seu potencial como alternativa sustentável, um avanço significativo em inovação e sustentabilidade ambiental.

O processo foi repetido quinzenalmente.

Novembro de 2024:

Com o biocouro finalizado, foram confeccionadas peças artesanais como capas de caderno, carteiras e bolsas, todas apresentadas durante a Feira de Ciências de 2024 do Colégio.

Paralelamente, o líquido resultante da fermentação foi reaproveitado na produção de uma bebida probiótica, semelhante a sucos ou refrigerantes naturais, promovendo o aproveitamento integral dos recursos do processo.

As bebidas foram saborizadas com suco de uva e gengibre, resultando em um produto natural, refrescante e funcional, que foi oferecido ao público visitante durante a apresentação do projeto, demonstrando a viabilidade sustentável e multifuncional da kombucha tanto como biomaterial quanto como alimento probiótico.

Produção da Biocerâmica de Cascas de Ovos

Abril a Junho de 2024:

O projeto teve início com pesquisas e análises sobre o material, abordando sua composição química, proporções das substâncias utilizadas e sua relevância ambiental e social nos dias atuais.

Essa etapa teórica foi fundamental para compreender o potencial do material e planejar as próximas fases experimentais.

Junho a Setembro de 2024:

Com a etapa de estudo concluída, iniciou-se a busca e seleção dos materiais necessários para os experimentos.

Cada aluno ficou responsável por fornecer cascas de ovos previamente secas e higienizadas, e alginato de sódio, componentes essenciais para a produção da biocerâmica.

Essa fase marcou o início da preparação prática do projeto.

Setembro de 2024:

Durante as aulas práticas em laboratório, foram confeccionados objetos experimentais com o objetivo de testar a resistência, a textura e a eficiência do material produzido.

Os alunos acompanharam diariamente o processo de secagem e modelagem, observando o comportamento da biocerâmica e realizando ajustes quando necessário.

Essa etapa foi essencial para o aperfeiçoamento da técnica de produção.

Outubro de 2024:

Com base nos resultados obtidos nos testes anteriores, foi realizado o processo final de confecção dos objetos biodegradáveis, incluindo letras do alfabeto, copos, vasos e itens decorativos.

Após a produção, os materiais passaram por uma etapa de secagem completa, seguida de testes de tingimento com corantes naturais, realizados tanto durante o processo de fabricação quanto após a secagem, antes da aplicação do impermeabilizante.

Esses testes tiveram como objetivo avaliar a absorção dos pigmentos e a estabilidade das cores no material biocerâmico.

Posteriormente, as peças foram submetidas ao processo de impermeabilização, visando aumentar sua resistência, durabilidade e brilho, sem comprometer suas propriedades biodegradáveis e ecológicas.

Após essa etapa, os objetos foram avaliados quanto à integridade e aparência final, identificando possíveis falhas ou danos para aprimorar as produções futuras.

Novembro de 2024:

Com os materiais finalizados, os objetos de biocerâmica foram apresentados ao público na Feira de Ciências de 2024, acompanhados de explicações detalhadas sobre o processo de produção, os princípios de sustentabilidade e as vantagens ambientais do uso de materiais biodegradáveis.

Durante a exposição, o público teve a oportunidade de participar ativamente, produzindo seus próprios objetos com o mesmo material desenvolvido pelos alunos, o que tornou a experiência interativa e educativa, despertando o interesse pela ciência e pela inovação sustentável.

Além disso, alguns artigos foram distribuídos aos visitantes, incentivando a reflexão sobre o reaproveitamento de resíduos e a importância do desenvolvimento de alternativas ecológicas para a redução do impacto ambiental.

#### Referências Bibliográficas:

BRAGA, F. F.; ALVES, J. G. A. Biotecnologia e sustentabilidade: alternativas ao uso de plástico e couro. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 20, n. 74, 2024.

LOPES, D. B. et al. Utilização do scoby da kombucha para produção de biocouro: possibilidades sustentáveis. **Revista Ciência em Foco**, v. 10, n. 1, p. 45–54, 2023.

SHARMA, C.; MANHAS, R. K. Bacterial cellulose: a unique polymer with potential for industrial use. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 104, p. 3485–3497, 2020.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, T. G. Materiais alternativos na construção civil: a biocerâmica como solução ecológica. **Revista Verde de Sustentabilidade**, v. 15, n. 2, 2022.

ZÖHRER, P. Cultivando materiais: o uso da celulose bacteriana no design de produtos. In: **Simpósio de Pós-Graduação em Design – ESDI/UERJ**, 2017, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ESDI/UERJ, 2017.

## ANEXO II - DEPOIMENTOS

| Nome do Entrevistado | Resposta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (E1)                 | A feira de ciências de 2024 sobre kombucha foi bem legal e me despertou curiosidade sobre como uma bebida simples pode ter tanta ciência por trás, tipo fermentação, probióticos e saúde do corpo. Achei interessante ver como pequenos detalhes no preparo podem mudar o sabor e os benefícios, e como a ciência ajuda a gente a entender melhor o que colocamos no nosso corpo. Foi importante porque me fez perceber que ciência está em coisas do dia a dia e que dá pra aprender muito experimentando e observando.                                        |
| (E11)                | Durante a Feira de Ciências dos projetos do Kombucha e da Biocerâmica, foi percebido que tiveram mais votos de melhor trabalho, pois as práticas desses itens podem ser biodegradáveis (além de serem fáceis os ingredientes e sua resolução) e de não emitirem gases para o efeito estufa no intuito de ser uma nova maneira de sustentabilidade. Isso fez com que ajudasse a repensar duas vezes em minhas maneiras de reciclagem e do ambiente.                                                                                                              |
| (E5)                 | Foi muito bom participar da Feira de Ciências, ainda mais poder ganhar com o projeto de Kombucha e Biocerâmica. Achei bem interessante porque deu para ver na prática como a ciência está em coisas do dia a dia, tendo como exemplo o tipo da fermentação do Kombucha e a transformação da argila na cerâmica. Isso faz com que compreendemos melhor os processos químicos e físicos funcionando de verdade e não só na teoria. Foi uma experiência muito top e que fez eu curtir mais ainda a ciência, não esquecendo dos seus princípios e formas.           |
| (E6)                 | Eu achei a Feira de Ciências do Kombucha e da Biocerâmica muito legal porque mostrou o “fazer ciência” na prática. O que eu mais gostei deste trabalho foi a entender como o Kombucha funciona, uma vez que é de fácil processo e de ingredientes, e de como a cerâmica é feita. Esse projeto me fez ver que a ciência precisa de paciência e de muitos testes para dar certo.                                                                                                                                                                                  |
| (E4)                 | Na época, nós da turma 701 vencemos a Feira de Ciências de 2024 com experimentos envolvidos a bebida KOMBUCHA e a BIOCERÂMICA. O que eu achei mais interessante foi como a cerâmica agia. Nunca tinha visto nada parecido, fiquei impressionado. O KOMBUCHA pra mim é uma bebida muito diferente, nunca tinha visto ela também, mas eu não tomaria de novo porque achei terrível. Entendi com essa edição que a ciência se comporta diferente dependendo do elemento usado, como a própria cerâmica e o kombucha, além de outros experimentos de outras turmas. |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (E3) | A feira de ciências sobre o kombucha foi muito interessante. Achei legal ver como microrganismos transformam o chá, mostrando a ciência na prática. Isso me ajudou a entender que fazer ciência envolve observar, testar e aprender com experiências reais.                                                                                                             |
| (E2) | Kombucha é uma bebida fermentada feita com chá adoçado, uma SCOBY (colônia de bactérias e leveduras) e um pouco de kombucha de uma fermentação anterior. A fermentação produz ácidos, gases e uma leve quantidade de álcool. É conhecido por possíveis benefícios à saúde intestinal, mas faltam estudos conclusivos. É consumido como uma bebida refrescante e “viva”. |