



POLIANA CARDOSO

**O ENSINO DE MICROBIOLOGIA POR INVESTIGAÇÃO NA
PERSPECTIVA CTSA: PROPOSIÇÃO DE EIXOS TEMÁTICOS SOBRE
O PAPEL DOS MICRORGANISMOS NA CULINÁRIA MINEIRA PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

LAVRAS – MG

2026

POLIANA CARDOSO

**O ENSINO DE MICROBIOLOGIA POR INVESTIGAÇÃO NA
PERSPECTIVA CTSA: PROPOSIÇÃO DE EIXOS TEMÁTICOS SOBRE
O PAPEL DOS MICRORGANISMOS NA CULINÁRIA MINEIRA PARA A
EDUCAÇÃO BÁSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso
de Especialização *Lato Sensu* “Ciência é
10!”, para a obtenção do título de
Especialista em Ensino de Ciências.

Orientadora

Profa. Dra. Jennifer Caroline de Sousa

Coorientadora

Profa. Dra. Alessandra de Oliveira 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).**

Cardoso, Poliana.

O ensino de microbiologia por investigação na perspectiva CTSA : proposição de eixos temáticos sobre o papel dos microrganismos na culinária mineira para a educação básica / Poliana Cardoso. - 2026.

38 p.

Orientadora: Jennifer Caroline de Sousa

Coorientadora: Alessandra de Oliveira Ribeiro

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

Bibliografia.

1. Ensino de Microbiologia. 2. Ensino por investigação. 3. Abordagem CTSA. 4. Alfabetização científica. 5. Culinária mineira. I. Sousa, Jennifer Caroline de. II. Ribeiro, Alessandra de Oliveira. III. Universidade Federal de Lavras. IV. Título.

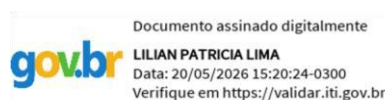
POLIANA CARDOSO

**O ENSINO DE MICROBIOLOGIA POR INVESTIGAÇÃO NA PERSPECTIVA
CTSA: PROPOSIÇÃO DE EIXOS TEMÁTICOS SOBRE O PAPEL DOS
MICROORGANISMOS NA CULINÁRIA MINEIRA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA**

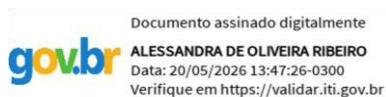
**INQUIRY-BASED MICROBIOLOGY TEACHING FROM AN STSE PERSPECTIVE:
PROPOSITION OF THEMATIC AXES ON THE ROLE OF MICROORGANISMS IN
MINAS GERAIS CUISINE FOR BASIC EDUCATION**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Especialização *Lato
Sensu* “Ciência é 10!”, para a obtenção do título
de Especialista em Ensino de Ciências.

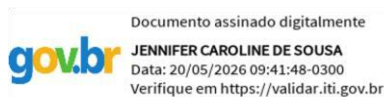
APROVADA em 16 de maio de 2026.



Profa. Dra. Lilian Patrícia Lima
Universidade Federal de Lavras



Profa. Dra. Alessandra de Oliveira Ribeiro
Co-orientadora – Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS



Profa. Dra. Jennifer Caroline de Sousa
Orientadora – Universidade Federal de Lavras

**LAVRAS – MG
2026**

Dedico à minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras – UFLA, à Diretoria de Educação Aberta e a Distância – DEAB, ao Curso de Especialização *Lato Sensu* em Ensino de Ciências “Ciência é 10!”, da UFLA, pela estrutura oferecida e pela oportunidade de realização dessa especialização.

Agradeço à minha querida orientadora Dra. Jennifer Caroline de Sousa, pelo auxílio no desenvolvimento e na correção do trabalho de conclusão de curso.

Agradeço à minha querida coorientadora Dra. Alessandra Oliveira Ribeiro, pelo apoio e pela parceria durante todo o decorrer do curso, além de também auxiliar nas correções e ideias para o TCC.

Agradeço à professora Dra. Lilian Patrícia Lima por ter participado da minha banca e ter feito contribuições significativas ao meu trabalho.

Agradeço à minha família, especialmente ao meu pai, Apolônio José Cardoso, que me acompanha em Lavras desde o início de 2023 até o presente.

RESUMO

Este trabalho aborda o ensino de Microbiologia na educação básica a partir da articulação entre o ensino por investigação e a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), tomando como contexto a culinária mineira e o papel dos microrganismos em alimentos e bebidas tradicionais. O objetivo foi propor eixos temáticos que possam subsidiar práticas pedagógicas investigativas voltadas à promoção da alfabetização científica e à contextualização do ensino de Microbiologia. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza bibliográfica, fundamentada em referenciais da Educação em Ciências relacionados ao ensino por investigação, à alfabetização científica, à perspectiva CTSA e à microbiologia de alimentos. O percurso metodológico envolveu levantamento e análise de literatura especializada, com sistematização de elementos conceituais e didáticos relacionados a quatro eixos: queijo Minas artesanal, fermentação do café especial, cachaça e fermentação do cacau/chocolate. Os resultados indicam que esses temas apresentam potencial para aproximar os conteúdos microbiológicos da realidade sociocultural dos estudantes, favorecendo discussões sobre fermentação, segurança alimentar, produção artesanal, biotecnologia, patrimônio cultural e sustentabilidade. Além disso, a abordagem proposta contribui para superar a visão restrita dos microrganismos como agentes exclusivamente patogênicos, evidenciando sua importância em processos alimentares, culturais, tecnológicos e ambientais. Conclui-se que os eixos temáticos propostos podem servir de base para o desenvolvimento futuro de cartilhas pedagógicas, sequências didáticas investigativas e outras estratégias de ensino capazes de articular ciência escolar, cultura regional e questões sociocientíficas no ensino de Ciências.

Palavras-chave: Ensino de Microbiologia; Ensino por investigação; Abordagem CTSA; Alfabetização científica; Culinária mineira.

ABSTRACT

This study addresses Microbiology teaching in basic education through the articulation between inquiry-based teaching and the Science, Technology, Society and Environment (STSE) approach, using Minas Gerais cuisine and the role of microorganisms in traditional foods and beverages as its contextual framework. The objective was to propose thematic axes that may support investigative pedagogical practices aimed at promoting scientific literacy and contextualizing Microbiology teaching. The research is qualitative and bibliographical in nature, grounded in theoretical references from Science Education related to inquiry-based teaching, scientific literacy, the STSE approach and food microbiology. The methodological path involved the survey and analysis of specialized literature, with the systematization of conceptual and didactic elements related to four thematic axes: artisanal Minas cheese, specialty coffee fermentation, cachaça and cocoa/chocolate fermentation. The results indicate that these themes have the potential to bring microbiological content closer to students' sociocultural reality, fostering discussions about fermentation, food safety, artisanal production, biotechnology, cultural heritage and sustainability. In addition, the proposed approach contributes to overcoming a limited view of microorganisms as exclusively pathogenic agents, highlighting their importance in food-related, cultural, technological and environmental processes. It is concluded that the proposed thematic axes may serve as a basis for the future development of pedagogical booklets, investigative didactic sequences and other teaching strategies capable of articulating school science, regional culture and socioscientific issues in Science teaching.

Keywords: Microbiology teaching; inquiry-based teaching; STSE approach; scientific literacy; Minas Gerais cuisine.

INDICADORES DE IMPACTO

O trabalho apresenta impactos sociais, educacionais, culturais e tecnológicos em potencial ao propor eixos temáticos para o ensino de Microbiologia por investigação na perspectiva CTSA, tendo como referência a culinária mineira e o papel dos microrganismos em processos alimentares tradicionais. A proposta busca aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes da educação básica, especialmente no território de Minas Gerais, ao abordar temas como queijo Minas artesanal, fermentação do café, cachaça e chocolate. Com isso, contribui para ampliar a compreensão sobre os microrganismos, superando a visão restrita desses seres como agentes patogênicos e evidenciando sua participação em processos fermentativos, biotecnológicos, culturais, alimentares e relacionados à saúde e à segurança alimentar. O público potencialmente beneficiado inclui professores de Ciências e Biologia, estudantes do Ensino Fundamental e Médio e, indiretamente, comunidades e produtores associados à cultura alimentar regional. O caráter extensionista do trabalho está relacionado à possibilidade de utilização futura dos eixos propostos em práticas pedagógicas, sequências didáticas, materiais educativos ou ações formativas voltadas ao público externo à universidade. Os impactos classificam-se principalmente nas áreas de Educação, Cultura, Saúde, Tecnologia e Produção, além de se alinharem aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 3, 4 e 12, ao favorecer a alfabetização científica, a valorização da cultura regional, a reflexão sobre alimentação segura e o consumo responsável. Como não houve aplicação empírica em sala de aula, os impactos descritos devem ser compreendidos como potenciais.

IMPACT INDICATORS

The study presents potential social, educational, cultural and technological impacts by proposing thematic axes for inquiry-based Microbiology teaching from an STSE perspective, using Minas Gerais cuisine and the role of microorganisms in traditional food processes as its central reference. The proposal aims to bring scientific content closer to the reality of basic education students, especially in the state of Minas Gerais, by addressing themes such as artisanal Minas cheese, coffee fermentation, cachaça and chocolate. In doing so, it contributes to broadening the understanding of microorganisms, moving beyond the restricted view of these organisms as pathogenic agents and highlighting their role in fermentative, biotechnological, cultural, food-related processes connected to health and food safety. The potentially benefited audience includes Science and Biology teachers, Elementary and High School students and, indirectly, communities and producers associated with regional food culture. The extensionist character of the work is related to the future possibility of using the proposed axes in pedagogical practices, didactic sequences, educational materials or training actions aimed at audiences beyond the university. The impacts are mainly classified within the areas of Education, Culture, Health, Technology and Production, and are aligned with Sustainable Development Goals 3, 4 and 12, as they support scientific literacy, the appreciation of regional culture, reflection on safe food and responsible consumption. Since there was no empirical application in the classroom, the impacts described should be understood as potential.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 A articulação entre as abordagens do Ensino por Investigação e da CiênciaTecnologia-Sociedade-Ambiente em favor da alfabetização científica na Educação	15
em Ciências	15
2.2 Microbiologia, cultura alimentar e contextualização do ensino	16
3 MATERIAIS E MÉTODOS	19
4 RESULTADOS	21
4.1 Proposta visual dos eixos temáticos - Microrganismos na culinária mineira	22
uma viagem invisível	22
4.1.1 Apresentação e justificativa pedagógica	22
4.2 Fundamentos teóricos: CTSA e ensino por investigação	23
4.2.1 Abordagem CTSA	24
4.2.2 Ensino por Investigação (EnCI)	24
4.3. O Ciclo Investigativo em 5 Fases	25
4.4 Possibilidades de abordagem investigativa nos eixos temáticos	26
<i>Eixo 1: O Enigma do "Pingo" e o Queijo Minas Artesanal</i>	<i>27</i>
<i>Eixo 2: A "Mágica" do Café Especial</i>	<i>27</i>
<i>Eixo 3: Cooperação na Cachaça (Multiespécies)</i>	<i>28</i>
<i>Eixo 4: Do Cacau ao Chocolate - A Sucessão Ecológica</i>	<i>28</i>
4.5. Síntese do Ciclo Investigativo para o Professor	29
5 DISCUSSÃO	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33



**O ENSINO DE MICROBIOLOGIA POR INVESTIGAÇÃO NA PERSPECTIVA
CTSA: PROPOSIÇÃO DE EIXOS TEMÁTICOS SOBRE O PAPEL DOS
MICROORGANISMOS NA CULINÁRIA MINEIRA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA**

**INQUIRY-BASED MICROBIOLOGY TEACHING FROM AN STSE
PERSPECTIVE: PROPOSITION OF THEMATIC AXES ON THE ROLE OF
MICROORGANISMS IN MINAS GERAIS CUISINE FOR BASIC EDUCATION¹**

Poliana Cardoso

<https://orcid.org/0000-0002-2810-3242>

Jennifer Caroline de Sousa

<https://orcid.org/0000-0003-2701-1263>

Alessandra de Oliveira Ribeiro

<https://orcid.org/0000-0003-2075-2755>

Resumo: Este artigo aborda o ensino de Microbiologia na educação básica a partir da articulação entre o ensino por investigação e a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), tomando como temática a culinária mineira e o papel dos microrganismos em alimentos e bebidas tradicionais. O objetivo consistiu em propor eixos temáticos que possam subsidiar práticas pedagógicas investigativas voltadas à promoção da alfabetização científica e à contextualização do ensino de Microbiologia. A pesquisa caracterizou-se como qualitativa, de natureza bibliográfica, fundamentada em referenciais da Educação em Ciências relacionados ao ensino por investigação, à alfabetização científica, à perspectiva CTSA e à microbiologia de alimentos. O percurso metodológico envolveu o levantamento e a análise de literatura especializada, com sistematização de elementos conceituais e didáticos relacionados a quatro eixos: queijo Minas artesanal, fermentação do café especial, cachaça e fermentação do cacau/chocolate. Como resultado, foram delimitados eixos temáticos com potencial para aproximar os conteúdos microbiológicos da realidade sociocultural dos estudantes, favorecendo discussões sobre fermentação, segurança alimentar, produção artesanal, biotecnologia, patrimônio cultural e sustentabilidade. A abordagem proposta contribui para superar a visão restrita dos microrganismos como agentes exclusivamente patogênicos, evidenciando sua relevância em processos alimentares, culturais, tecnológicos e ambientais. Desse modo, o trabalho reforça a importância de aproximar ciência escolar, cultura regional e questões sociocientíficas no ensino de Ciências.

Palavras-chave: ensino de Microbiologia; ensino por investigação; abordagem CTSA; alfabetização científica; culinária mineira.

¹ Artigo científico apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Especialização *Lato Sensu* em Ensino de Ciências “Ciência é 10!”.

Abstract: This article addresses Microbiology teaching in basic education through the articulation between inquiry-based teaching and the Science, Technology, Society and Environment (STSE)

approach, using Minas Gerais cuisine and the role of microorganisms in traditional foods and beverages as its thematic. The objective was to propose thematic axes that may support investigative pedagogical practices aimed at promoting scientific literacy and contextualizing Microbiology teaching. The research was qualitative and bibliographical in nature, grounded in theoretical references from Science Education related to inquiry-based teaching, scientific literacy, the STSE approach and food microbiology. The methodological path involved the survey and analysis of specialized literature, with the systematization of conceptual and didactic elements related to four thematic axes: artisanal Minas cheese, specialty coffee fermentation, cachaça and cocoa/chocolate fermentation. As a result, thematic axes were delimited with potential to bring microbiological content closer to students' sociocultural reality, fostering discussions about fermentation, food safety, artisanal production, biotechnology, cultural heritage and sustainability. The proposed approach contributes to overcoming a limited view of microorganisms as exclusively pathogenic agents, highlighting their relevance in food-related, cultural, technological and environmental processes. Thus, the study reinforces the importance of bringing school science, regional culture and socioscientific issues closer together in Science teaching.

Keywords: Microbiology teaching; inquiry-based teaching; STSE approach; scientific literacy; Minas Gerais cuisine.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências na educação básica ainda enfrenta dificuldades relacionadas à fragmentação dos conteúdos, ao predomínio de práticas centradas na transmissão de informações e à pouca articulação entre o conhecimento escolar e as experiências concretas dos estudantes. No caso da Microbiologia, esse cenário se torna ainda mais evidente, pois o tema costuma ser apresentado de maneira abstrata e frequentemente associado apenas a doenças, contaminações e microrganismos patogênicos, embora se saiba que a maioria dos microrganismos é inofensiva à saúde humana (Cândido *et al.*, 2015). Esse enfoque reduzido tende a limitar a compreensão dos estudantes sobre a diversidade de funções desempenhadas pelos microrganismos em processos ecológicos, tecnológicos, culturais e alimentares, enfraquecendo a construção de uma alfabetização científica mais crítica e contextualizada (Chassot, 2003; Fourez, 2003; Auler; Delizoicov, 2001).

Diante desse quadro, torna-se necessário investir em abordagens pedagógicas que favoreçam uma aprendizagem mais ativa, reflexiva e socialmente situada. O ensino por investigação destaca-se nesse contexto por estimular a problematização, o levantamento de hipóteses, a análise de evidências e a argumentação, aproximando os estudantes de práticas próprias da produção do conhecimento científico. Nessa perspectiva, o ensino de Ciências

deixa de se restringir à memorização de conceitos e passa a envolver também a compreensão de como o conhecimento científico é construído, validado e mobilizado socialmente (Trivelato; Tonidandel, 2015).

Quando articulado à abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), o ensino por investigação amplia ainda mais seu potencial formativo. A abordagem CTSA permite compreender a ciência e a tecnologia como produções humanas atravessadas por valores, interesses, impactos sociais e implicações ambientais. Assim, favorece a formação de sujeitos mais críticos, capazes de analisar questões sociocientíficas, interpretar problemas do cotidiano e participar de processos de tomada de decisão de forma mais fundamentada (Fourez, 2003; Auler, 2003; Gonçalves, 2022).

No ensino de Microbiologia, essa articulação mostra-se particularmente fecunda quando associada a temas próximos da realidade dos estudantes. Nesse sentido, a culinária mineira constitui um contexto formativo rico, pois envolve processos microbiológicos fundamentais e, ao mesmo tempo, carrega valores históricos, produtivos, identitários e socioculturais. Alimentos e bebidas tradicionais como o queijo Minas artesanal, o café, a cachaça e o chocolate permitem discutir a atuação dos microrganismos para além da visão estritamente patogênica, evidenciando seu papel em processos fermentativos, biotecnológicos e alimentares essenciais à vida social e econômica (Antônio; Borelli, 2020; Borém *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2015; Díaz-Muñoz; De Vuyst, 2022).

Além do potencial conceitual, essa temática favorece a problematização de questões relacionadas à saúde, segurança alimentar, produção artesanal, patrimônio cultural e sustentabilidade. A aproximação entre microbiologia escolar e cultura alimentar regional contribui para que os estudantes reconheçam a ciência como parte do mundo vivido e não como um conjunto de conteúdos distantes de sua realidade. Nessa direção, o ensino de Ciências pode tornar-se mais significativo, sem perder o rigor conceitual, e mais comprometido com a formação científica e cidadã (Dupin, 2023; Gonçalves, 2022).

A partir desse contexto, este estudo partiu da seguinte questão: De que maneira a culinária mineira e o papel dos microrganismos em alimentos tradicionais podem subsidiar a elaboração de eixos temáticos para o Ensino por Investigação e da abordagem CTSA? Com base nessa questão, o objetivo do trabalho foi propor eixos temáticos sobre o papel dos microrganismos na culinária mineira, orientados pelo ensino por investigação e pela perspectiva CTSA, como subsídio para a elaboração futura de cartilhas pedagógicas, sequências didáticas ou outros materiais educativos voltados a professores de Ciências e Biologia.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A articulação entre as abordagens do Ensino por Investigação e da CiênciaTecnologia-Sociedade-Ambiente em favor da alfabetização científica na Educação em Ciências

O ensino de Ciências, especialmente na educação básica, ainda convive com práticas centradas na transmissão de conteúdos fragmentados, frequentemente desvinculados das experiências sociais e culturais dos estudantes. Esse tipo de abordagem dificulta a compreensão da ciência como construção humana, histórica e social, além de limitar o desenvolvimento de uma alfabetização científica comprometida com a interpretação crítica da realidade (Chassot, 2003; Fourez, 2003).

O ensino por investigação constitui uma abordagem didática que busca aproximar o ensino escolar das práticas próprias da ciência, promovendo situações em que os estudantes participam ativamente da construção do conhecimento. Essa perspectiva rompe com modelos tradicionais centrados na transmissão de conteúdos e valoriza processos como problematização, formulação de hipóteses, análise de evidências e argumentação científica, aproximando os estudantes de práticas epistêmicas próprias da produção do conhecimento científico. Em vez de ocupar uma posição passiva diante de informações prontas, os estudantes passam a atuar como sujeitos do processo de aprendizagem (Trivelato; Tonidandel, 2015).

No campo do ensino por investigação, diferentes estudos têm destacado a importância de organizar situações de aprendizagem que envolvam problematização, levantamento de hipóteses, análise de informações e construção de explicações pelos estudantes. Campos e Sena (2020) ressaltam que o ensino de Ciências por investigação favorece a participação ativa dos alunos e amplia as possibilidades de compreensão dos conceitos científicos. De modo semelhante, Gonçalves e Goi (2025) evidenciam a relevância da experimentação investigativa na formação de professores, especialmente por favorecer práticas pedagógicas mais reflexivas, contextualizadas e centradas na construção do conhecimento.

No campo da Biologia em geral, essa abordagem assume importância particular, pois muitos fenômenos não são diretamente observáveis a olho nu e exigem mediações conceituais, interpretação de dados e construção de modelos explicativos. No caso da Microbiologia em particular, esse problema se intensifica, pois dada a sua especificidade com o tratamento da biologia microscópica, seus conteúdos tendem a ser abordados de forma abstrata e, muitas vezes, restrita à associação entre microrganismos, doenças e contaminação.

Assim, o ensino por investigação contribui para que os estudantes compreendam não apenas conceitos científicos, mas também os modos de produção, de validação e de comunicação do conhecimento científico, ampliando o alcance formativo do ensino de Ciências (Trivelato; Tonidandel, 2015).

Essa abordagem didática favorece um dos pilares da educação em Ciências, a alfabetização científica, que pode ser entendida como a capacidade de compreender, interpretar e utilizar conhecimentos científicos para analisar situações do cotidiano e tomar decisões mais informadas. Para Chassot (2003), ela ultrapassa o mero domínio conceitual, envolvendo uma leitura crítica do mundo à luz da ciência. Auler e Delizoicov (2001), por sua vez, ampliam essa discussão ao enfatizar a dimensão científico-tecnológica da formação, destacando que ciência e tecnologia são construções sociais permeadas por interesses, valores e disputas.

Somando-se ao ensino por investigação, a abordagem CTSA apresenta-se como uma possibilidade teórico-metodológica capaz de integrar conteúdos científicos a questões sociais, tecnológicas e ambientais, que visa superar a equivocada compreensão da prática científica alienada das relações com a Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Fourez (2003) argumenta que a crise no ensino de Ciências decorre, em parte, da ausência de sentido social atribuído aos conteúdos escolares. Já Gonçalves (2022) destaca que a formação científica deve contribuir para a atuação crítica dos sujeitos diante de problemas sociocientíficos contemporâneos. No ensino de Microbiologia, isso significa superar visões simplificadas sobre bactérias e fungos e reconhecê-los em sua atuação na saúde pública, na indústria de alimentos, no ambiente e nas práticas sociais contemporâneas.

2.2 Microbiologia, cultura alimentar e contextualização do ensino

A Microbiologia costuma ser apresentada na educação básica de forma abstrata e predominantemente associada a doenças, o que contribui para concepções limitadas acerca do papel dos microrganismos. Essa abordagem reduzida dificulta o reconhecimento de sua importância em processos benéficos, como, fermentação, conservação de alimentos e produção biotecnológica. Trabalhar com alimentos e bebidas tradicionais, portanto, constitui uma estratégia potente para contextualizar o ensino e ampliar a compreensão dos estudantes sobre a diversidade funcional dos microrganismos (Antônio; Borelli, 2020).

No contexto mineiro, essa possibilidade é particularmente relevante. O queijo Minas artesanal, por exemplo, permite discutir bactérias ácido-láticas, fermentação, segurança

microbiológica e tradição produtiva. Ocupa lugar de destaque não apenas por sua relevância econômica, mas também por seu valor histórico, cultural e identitário. Trata-se de um produto elaborado a partir de leite cru, segundo práticas transmitidas entre gerações, com forte relação com o território, com o ambiente de produção e com o fermento endógeno conhecido como pingo. Por essa razão, o queijo não apresenta padronização estrita, mas grande diversidade de aromas, sabores, texturas e microbiotas, determinadas por fatores como clima, pastagem, região produtora e práticas de fabricação (Antônio; Borelli, 2020). Essa característica torna o queijo Minas artesanal um excelente exemplo para discutir, em sala de aula, a relação entre microbiologia, cultura alimentar, patrimônio e regulação sanitária.

Do ponto de vista microbiológico, as bactérias ácido-láticas (BAL) desempenham papel central nesse produto. Elas participam da fermentação da lactose, da acidificação da massa, do desenvolvimento das características sensoriais e da segurança microbiológica do queijo, principalmente durante a maturação. Antônio e Borelli (2020) destacam que essas bactérias produzem substâncias antimicrobianas, como ácidos orgânicos, peróxido de hidrogênio, diacetil e bacteriocinas, capazes de antagonizar microrganismos patogênicos. Nesse sentido, a maturação não é apenas uma etapa tecnológica, mas um processo microbiológico essencial para a construção do sabor, da textura e da estabilidade do produto final (Antônio; Borelli, 2020).

Além da segurança microbiológica, o queijo Minas artesanal também tem sido estudado como fonte de microrganismos com potencial probiótico. Vieira *et al.* (2022) ressaltam que a grande diversidade microbiana presente no queijo, especialmente de BAL, abre perspectivas importantes para a melhoria da qualidade e da segurança alimentar, ao mesmo tempo em que contribui para a preservação de microrganismos desejáveis e tradicionais do produto. De forma semelhante, Andrade *et al.* (2014) mostram que cepas de *Lactobacillus* isoladas de queijos da Serra da Canastra apresentaram resistência ao ácido gástrico e aos sais biliares, além de atividade antagonista contra microrganismos indicadores, o que reforça o potencial biotecnológico dessas bactérias.

Ao mesmo tempo, os estudos sobre queijo Minas artesanal também permitem problematizar riscos sanitários e disputas regulatórias. Trabalhos como os de Loguercio e Aleixo (2001) e Campos *et al.* (2021) evidenciam que produtos frescos elaborados com leite cru podem apresentar elevadas contagens de coliformes e *Staphylococcus aureus*, o que aponta para a importância das condições higiênico-sanitárias, do manejo da matéria-prima e do controle das etapas de produção. Esse debate é relevante no ensino de Ciências porque mostra que os alimentos não são apenas objetos biológicos, mas também objetos sociais e

políticos, atravessados por legislações, padrões de qualidade, controvérsias sanitárias e saberes tradicionais.

Essa dimensão sociotécnica é aprofundada por Dupin (2023), ao analisar a construção de um mercado de excelência para os queijos artesanais mineiros. O autor mostra que esse processo envolve atores humanos e não humanos, entre eles, bactérias, fungos e práticas de maturação, revelando como a fermentação e a microbiota também participam da produção de valor cultural, econômico e simbólico. Assim, o queijo Minas artesanal oferece um contexto particularmente rico para o ensino de Microbiologia, pois permite articular fermentação, segurança alimentar, biodiversidade microbiana, patrimônio cultural e relações entre ciência, mercado e sociedade.

A fermentação do café também constitui um contexto promissor para o ensino de Microbiologia, sobretudo por sua importância econômica e cultural em Minas Gerais. Os estudos de Pereira, Franco Junior e Barbosa (2020), Borém *et al.* (2023), Pereira *et al.* (2022) e Bressani *et al.* (2020) evidenciam que a fermentação influencia diretamente a composição química e a qualidade sensorial da bebida, atuando sobre ácidos orgânicos, compostos voláteis e atributos como aroma, acidez, corpo e notas frutadas. Em especial, Borém *et al.* (2023) mostram que, após 48 horas de fermentação, já ocorre diferenciação sensorial significativa, com aumento da nota final da bebida, enquanto Pereira *et al.* (2022) destacam que a autoindução de anaerobiose altera o comportamento microbiano e intensifica atributos sensoriais do café fermentado.

No caso da cachaça, a fermentação também evidencia a complexidade das interações microbianas nos processos alimentares. Carvalho *et al.* (2015) demonstram que a co-cultura entre *Saccharomyces cerevisiae* e *Lactococcus lactis* pode influenciar parâmetros físico-químicos e sensoriais da bebida, com destaque para a aceitação do aroma nas amostras obtidas em cultura mista. Gomes *et al.* (2010), por sua vez, identificaram diferentes bactérias lácticas associadas à fermentação tradicional da cachaça, mostrando que esses microrganismos podem contribuir tanto para o aumento da acidez volátil quanto para a produção de compostos que afetam o sabor e o aroma. Esses dados permitem discutir com os estudantes que a fermentação é um processo biológico dinâmico, dependente da interação entre espécies microbianas e das condições tecnológicas de produção.

A fermentação do cacau, etapa essencial para a produção do chocolate, também oferece possibilidades relevantes para a contextualização do ensino, uma vez que a partir dessa temática se pode abordar sucessão microbiana e transformação bioquímica durante a

fermentação do cacau (Borém *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2015; Díaz-Muñoz; De Vuyst, 2022; Korcari *et al.*, 2022).

Díaz-Muñoz e De Vuyst (2022) ressaltam que a fermentação e a secagem são fundamentais para a remoção da polpa, para a morte do embrião e para o desenvolvimento do sabor e da cor característicos do cacau. Já Korcari *et al.* (2022) mostram que cepas de bactérias lácticas podem atuar como candidatas a culturas iniciadoras em fermentações controladas, contribuindo para melhorar a segurança e a qualidade do processo. Esses estudos deixam evidente que a fermentação do cacau é conduzida por uma sucessão de grupos microbianos, principalmente leveduras, bactérias lácticas e bactérias acéticas, o que favorece discussões escolares sobre sucessão ecológica, metabolismo microbiano, transformação de substratos e produção de alimentos fermentados.

Tomados em conjunto, café, cachaça e chocolate mostram que a Microbiologia dos alimentos não pode ser compreendida apenas como estudo de contaminações e patógenos. Esses produtos evidenciam o papel dos microrganismos na geração de características sensoriais, no desenvolvimento de tecnologias alimentares e na produção de valor econômico e cultural. Além do conteúdo microbiológico, esses temas mobilizam dimensões sociais, econômicas, culturais e políticas. A produção artesanal de alimentos envolve debates sobre legislação sanitária, patrimônio cultural, valorização de saberes tradicionais e desenvolvimento regional. No contexto escolar, trabalhar com esses exemplos amplia as possibilidades de discussão de temas como fermentação, qualidade, inovação, tradição, produção regional e sustentabilidade, fortalecendo a articulação entre ensino por investigação e perspectiva CTSA em favor da alfabetização científica e oferecendo bases consistentes para a elaboração de um produto educacional voltado à prática docente (Dupin, 2023).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa caracterizou-se como qualitativa, de natureza aplicada de caráter propositivo, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e documental, pois teve como finalidade propor eixos temáticos para o ensino de Microbiologia na educação básica, articulando ensino por investigação, abordagem CTSA e contextualização pela culinária mineira. A abordagem qualitativa mostrou-se adequada por permitir a análise e a articulação de referenciais teóricos da Educação em Ciências, enquanto a pesquisa bibliográfica possibilitou examinar produções acadêmicas relacionadas ao ensino por investigação, à

alfabetização científica, à abordagem CTSA e à microbiologia de alimentos tradicionais (Gil, 2002; Magalhães Júnior; Batista, 2023).

O percurso metodológico envolveu três etapas principais. Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico de livros, artigos científicos utilizando as palavras-chave: “Ensino por Investigação”, “Abordagem CTSA”, “Alfabetização Científica”, Ensino de Microbiologia e “Culinária mineira” em bases de periódicos como: *SciELO*, *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar*, com ênfase em trabalhos da área de Ensino de Ciências. Em seguida, procedeu-se à leitura analítica desses materiais, com o objetivo de identificar elementos conceituais, didáticos e epistemológicos que subsidiassem a construção da proposta. Por fim, com base nessa sistematização, foram delimitados eixos temáticos que podem orientar o desenvolvimento futuro de cartilhas pedagógicas, sequências didáticas investigativas ou outros materiais educativos voltados a professores de Ciências e Biologia (Magalhães Júnior, 2024; Trivelato; Tonidandel, 2015).

A proposta foi organizada em torno da culinária mineira e do papel dos microrganismos em alimentos e bebidas tradicionais, como queijo Minas artesanal, café, cachaça e chocolate. Esse recorte temático foi adotado por favorecer a contextualização do ensino e ampliar as possibilidades de discussão de questões sociocientíficas relacionadas à saúde, à segurança alimentar, ao patrimônio cultural e à sustentabilidade. Essa opção dialoga com a perspectiva de uma educação básica comprometida com a valorização das diversidades regionais, estaduais e locais. Essa opção dialoga com a perspectiva de uma educação básica comprometida com a valorização das diversidades regionais, estaduais e locais e também se relaciona à Agenda 2030, especialmente ao ODS 4 (Educação de Qualidade), por defender práticas de ensino contextualizadas e voltadas à alfabetização científica; ao ODS 3 (Saúde e Bem-Estar), pela discussão sobre segurança alimentar; ao ODS 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), pela valorização de cadeias produtivas regionais; ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), por dialogar com patrimônio cultural e identidade local; e ao ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), ao abordar produção artesanal, fermentação e sustentabilidade nos alimentos tradicionais (Nações Unidas Brasil, 2026).

O Plano Nacional de Educação, instituído pela Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014, ao tratar da Meta 7, estabelece como estratégia a implantação de diretrizes pedagógicas e curriculares para a educação básica que respeitem “as diversidades regional, estadual e local” (Brasil, 2014). Assim, ao tomar a culinária mineira como eixo de problematização, este trabalho busca aproximar a ciência escolar da cultura alimentar de Minas Gerais, contribuindo para um ensino de Microbiologia mais contextualizado, investigativo e

socialmente significativo. Nesta etapa da pesquisa, a proposta concentrou-se na elaboração teórica e na delimitação dos eixos temáticos, sem contemplar sua aplicação empírica em contexto escolar. (Auler; Delizoicov, 2001; Fourez, 2003; Siqueira-Batista *et al.*, 2010).

A literatura indica que cartilhas pedagógicas podem contribuir para a contextualização dos conteúdos, para o fortalecimento da pesquisa escolar e para a formação docente, especialmente quando articuladas a problemas próximos da realidade dos estudantes (Bento, 2023; Candito *et al.*, 2025). Além disso, a estruturação de materiais didáticos requer atenção às etapas de planejamento, desenvolvimento, organização das atividades e avaliação de sua coerência pedagógica, aspectos discutidos no campo do design instrucional e da elaboração de produtos educacionais (Tractenberg, 2023).

A proposição dos eixos temáticos também considerou estudos sobre elaboração e uso de cartilhas educativas como recursos didático-pedagógicos. Esses materiais podem favorecer a sistematização de conteúdos, a comunicação em linguagem acessível e a aproximação entre conhecimento científico e práticas sociais, desde que sejam planejados com intencionalidade pedagógica e fundamentação teórica adequada (Alves; Gutjahr; Pontes, 2019; Ribeiro, 2022).

Em conformidade com a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq (Brasil, 2026), as autoras declaram que as Figuras 1 a 12, utilizadas para ilustrar visualmente a proposta de eixos temáticos, foram geradas com o suporte da ferramenta de Inteligência Artificial Generativa NotebookLM (Google, 2026). O processo de criação fundamentou-se na síntese dos dados científicos extraídos deste estudo, sendo as representações gráficas submetidas à revisão técnica humana para garantir a coerência com as evidências apresentadas. Conforme exigido pela normativa vigente, as autoras assumem integral responsabilidade pelo conteúdo final, assegurando a honestidade intelectual e a exatidão das informações.

4 RESULTADOS

Como principal resultado desta pesquisa, foram propostos quatro eixos temáticos para o ensino de Microbiologia na educação básica, fundamentados na articulação entre o ensino por investigação e a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Esses eixos foram definidos a partir da análise dos referenciais teóricos selecionados e organizados de modo a subsidiar futuras práticas pedagógicas contextualizadas, teoricamente fundamentadas e adaptáveis a diferentes realidades

escolares. Nesse sentido, a proposta não apresenta uma cartilha pedagógica finalizada, mas delimita bases conceituais e didático-pedagógicas que podem orientar a elaboração posterior de cartilhas, sequências didáticas investigativas ou outros materiais educativos voltados à alfabetização científica e à compreensão dos microrganismos para além de uma visão estritamente patogênica (Auler; Delizoicov, 2001; Fourez, 2003; Trivelato; Tonidandel, 2015). Estudos sobre cartilhas indicam que esse tipo de recurso pode contribuir para a mediação do ensino, para a contextualização dos conteúdos e para a aproximação entre saberes escolares e problemas do cotidiano (Bento, 2023; Candito *et al.*, 2025).

A organização dos eixos temáticos também pode subsidiar, em trabalhos futuros, a elaboração de sequências de ensino investigativas. Roell (2019), ao propor uma sequência investigativa sobre tratamento de água, demonstra que a estruturação de etapas didáticas pode favorecer a aproximação entre conteúdos científicos e problemas cotidianos. Moura e Fireman (2025), por sua vez, destacam que sequências de ensino investigativo com conhecimentos biológicos podem contribuir para a organização do ensino e para o desenvolvimento de práticas mais participativas, especialmente quando articuladas a situações-problema e à construção coletiva de explicações.

4.1 Proposta visual dos eixos temáticos - Microrganismos na culinária mineira: uma viagem invisível

4.1.1 Apresentação e justificativa pedagógica

A proposta visual organizada neste trabalho busca auxiliar professores de Ciências e Biologia da educação básica a problematizarem o senso comum que reduz a Microbiologia ao estudo de patógenos. A partir da culinária mineira, os eixos temáticos permitem transformar saberes tradicionais em temas geradores de Ciência, aproximando os estudantes de uma realidade em que microrganismos participam da produção de sabores, técnicas, práticas culturais e atividades econômicas regionais (Figuras 1 e 2).



Figura 1: Capa e contracapa da proposta visual de material pedagógico, intitulada *Microrganismos na culinária mineira: uma viagem invisível*, apresentando a temática central do trabalho e sua relação com o ensino de Microbiologia na perspectiva CTSA. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

Sumário	
Apresentação	1
Fundamentos Teóricos: Abordagem CTSA	3
Ensino por Investigação (EnCI)	5
O Ciclo Investigativo em 5 Fases	7
Eixo 1: O Enigma do “Pingo” e o Queijo	9
Eixo 2: A “Mágica” do Café Especial	11
Eixo 3: Cooperação na Cachaça	13
Eixo 4: Do Cacau ao Chocolate	15
Síntese Pedagógica	17
Referências Bibliográficas	19

Figura 2: Sumário da proposta pedagógica, com a organização dos conteúdos em quatro eixos temáticos relacionados à culinária mineira: queijo Minas artesanal, café especial, cachaça e cacau/chocolate. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

4.2 Fundamentos teóricos: CTSA e ensino por investigação

4.2.1 Abordagem CTSA

O acrônimo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) fundamenta esta proposta ao integrar o conteúdo biológico às suas implicações sociais. No contexto mineiro, isso se traduz na análise de como a biotecnologia da fermentação (Ciência/Tecnologia) impacta a vida do produtor rural (Sociedade) e a preservação da biodiversidade microbiana (Ambiente) (Figura 3).

Apresentação e Justificativa

Propomos desestabilizar o senso comum que reduz a Microbiologia ao estudo de patógenos. Através da culinária mineira, transformamos saberes tradicionais em temas geradores de Ciência. O invisível torna-se o protagonista do sabor e da tradição através da “agência multiespécie”.

Objetivos Estratégicos

- Alfabetização Científica:** Interpretar fenômenos biológicos e tomar decisões sobre segurança alimentar.
- Contextualização Regional:** Valorizar o patrimônio imaterial, integrando ciência escolar à identidade cultural.
- Ensino por Investigação (EnCI):** Estimular práticas epistêmicas: problematização, hipóteses e argumentação.

Você Sabia?
O ensino de Ciências frequentemente sofre com a fragmentação. Esta cartilha articula o conhecimento escolar diretamente com as experiências concretas dos estudantes!

Figura 3: Apresentação, justificativa e objetivos estratégicos da proposta pedagógica, destacando a articulação entre ensino por investigação, abordagem CTSA, alfabetização científica e contextualização sociocultural da Microbiologia. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

4.2.2 Ensino por Investigação (EnCI)

O EnCI rompe com a passividade do modelo tradicional. O foco migra da memorização para o desenvolvimento de competências cognitivas e práticas (Figuras 4 e 5).



Figura 4: Princípios do ensino por investigação aplicados ao ensino de Microbiologia, com destaque para a problematização, à formulação de hipóteses, a análise de evidências e a construção de explicações científicas pelos estudantes. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

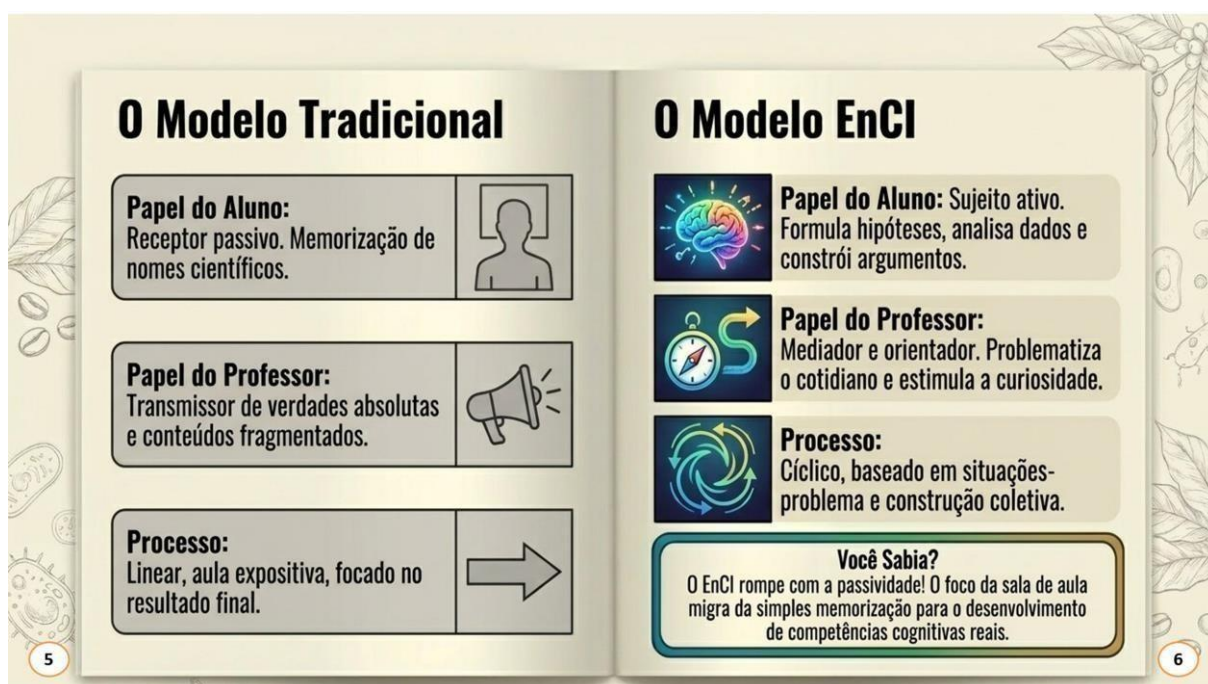


Figura 5: Papel do professor e dos estudantes em práticas investigativas, evidenciando a mediação docente, o protagonismo discente e o desenvolvimento da argumentação científica no processo de aprendizagem. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

4.3 O Ciclo Investigativo em 5 Fases

O ciclo investigativo apresentado na proposta organiza possibilidades de abordagem pedagógica em cinco fases que dialogam com o fazer científico (Figura 6).

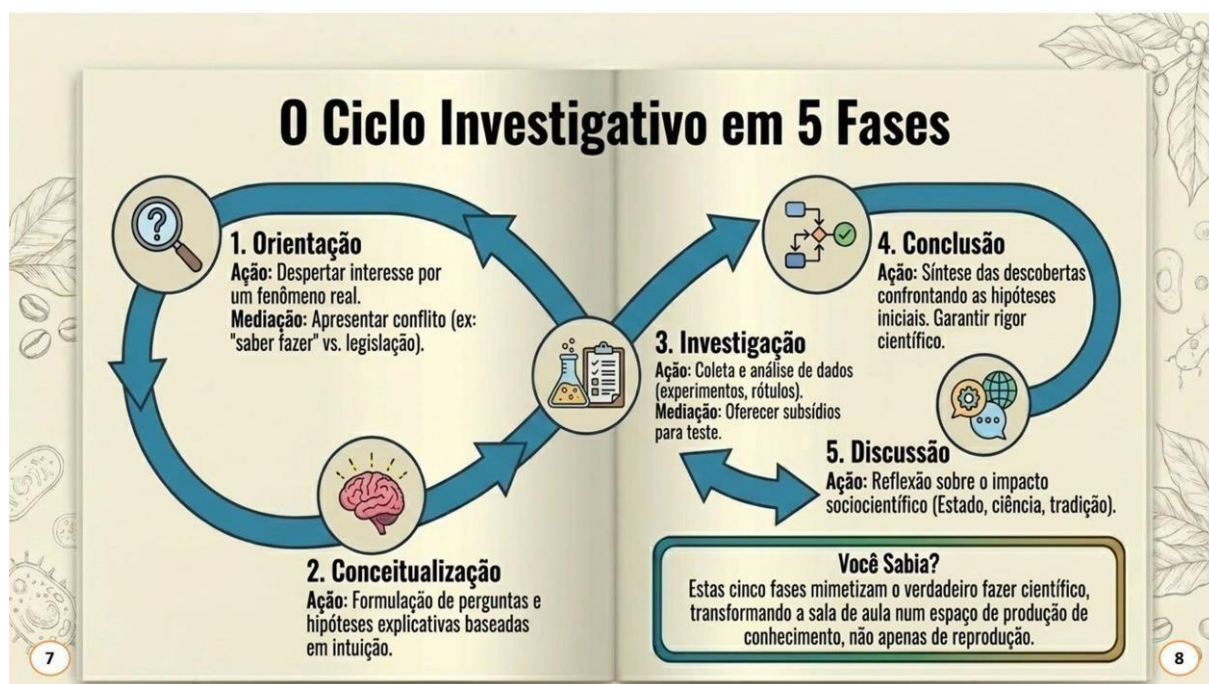


Figura 6: Organização do ciclo investigativo em cinco fases: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão, estruturando o percurso didático proposto para os eixos temáticos. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

4.4 Possibilidades de abordagem investigativa nos eixos temáticos

Cada eixo pode ser desenvolvido a partir do ciclo de cinco fases: orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão.

Eixo 1: O Enigma do "Pingo" e o Queijo Minas Artesanal

Eixo 1: O Enigma do "Pingo" e o Queijo

Público-alvo: Ensino Fundamental e Médio.

Duração: 90 min (2 aulas).

Materiais: Leite cru, "pingo" (fermento endógeno), termômetro, tiras de pH, potes de vidro, coalho.

O Problema

Como o pingo protege o queijo contra bactérias ruins?

Procedimento e Ciência

Procedimento
Preparar dois potes (leite puro vs. leite + pingo). Monitorar pH a cada 15 min e observar a coalhada.

Mecanismo Biológico
Relacionar a acidez produzida pelas Bactérias Ácido-Láticas (BAL) com a inibição competitiva de patógenos.

Você Sabia?
O "pingo" é um fermento endógeno riquíssimo! Ele carrega a identidade microbiológica (o "terroir") da fazenda de um dia para o outro.

Figura 7: Eixo temático 1: o "pingo" e o queijo Minas artesanal como contexto para discutir fermentação, bactérias ácido-láticas, segurança alimentar, tradição produtiva e patrimônio cultural mineiro. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

Eixo 2: A "Mágica" do Café Especial

Eixo 2: A "Mágica" do Café Especial

Público-alvo: Ensino Médio (análise bioquímica de compostos voláteis).

Duração: 50 min + 48h de monitoramento.

Materiais: Frutos de café maduros, potes, *Saccharomyces cerevisiae*, água, medidor de pH, refratômetro.

O Problema

Por que a fermentação muda o sabor do café?

Procedimento e Ciência

Procedimento
Montar sistemas de fermentação aeróbica (pote aberto) e anaeróbica (pote fechado por autoindução). Medir degradação da mucilagem e acidez.

Mecanismo Biológico
Discutir como os diferentes metabolismos geram notas sensoriais frutadas e doces no copo final.

Você Sabia?
A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, famosa por fazer pão e cerveja, é também uma grande aliada na criação de cafés especiais premiados!

Figura 8: Eixo temático 2: fermentação do café especial como possibilidade de abordagem investigativa sobre a ação dos microrganismos na qualidade sensorial, nos processos biotecnológicos e na valorização da produção regional. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

Eixo 3: Cooperação na Cachaça (Multiespécies)

Eixo 3: Cooperação na Cachaça

Público-alvo: Ensino Médio.

Duração: 90 min (2 aulas).

Materiais: Caldo de cana, leveduras (*S. cerevisiae*), culturas iniciadoras (*L. lactis*), microscópio.

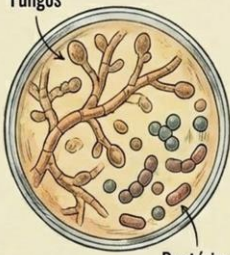
O Problema
Como diferentes espécies cooperam para criar qualidade?

Procedimento e Ciência

Procedimento
Investigar a interação entre fungos e bactérias lácticas. Comparar aroma e velocidade em culturas puras vs. culturas mistas.

Mecanismo Biológico
Analisar como o equilíbrio microbiológico ("agência multiespécie") evita a produção de acidez volátil indesejada.

Você Sabia?
Na produção de cachaça artesanal de qualidade, fungos e bactérias lácticas trabalham em equipe! Esse equilíbrio é o que evita o sabor "avinagrado".



Fungos

Bactérias

Figura 9: Eixo temático 3: produção da cachaça artesanal como contexto para explorar interações microbianas, fermentação alcoólica, qualidade do produto, saberes tradicionais e aspectos socioculturais da culinária mineira. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

Eixo 4: Do Cacau ao Chocolate - A Sucessão Ecológica

Eixo 4: Do Cacau ao Chocolate

Público-alvo: Ensino Fundamental (Anos Finais).

Duração: 45 a 60 min.

Materiais: Amêndoas de cacau in natura, caixas de isopor (mini-fermentador), termômetros, chocolates variados.

O Problema
Como a sucessão ecológica transforma o cacau?

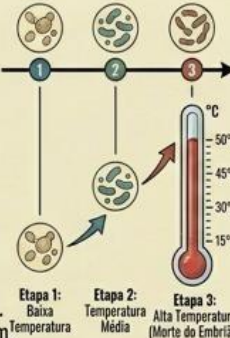
Procedimento e Ciência

Procedimento
Simular o aumento de temperatura causado pelo metabolismo microbiano na massa de cacau. Teste sensorial final.

Mecanismo Biológico - Sucessão

1. Leveduras iniciam o processo.
2. Bactérias lácticas assumem.
3. Bactérias acéticas finalizam.

Você Sabia?
O amargor intenso do cacau cru só desaparece porque o calor gerado pelo metabolismo dos microrganismos causa a morte do embrião da semente!



Etapa 1: Baixa Temperatura

Etapa 2: Temperatura Média

Etapa 3: Alta Temperatura (Morte do Embrião)

Figura 10: Eixo temático 4: fermentação do cacau e produção do chocolate como proposta para trabalhar sucessão microbiana, transformação de substratos, metabolismo dos microrganismos e desenvolvimento de características sensoriais. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

4.5 Síntese do Ciclo Investigativo para o Professor



Figura 11: Síntese do ciclo investigativo para orientação do professor, articulando os eixos temáticos da culinária mineira às etapas de problematização, investigação, análise de evidências e discussão sociocientífica. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

Referências Bibliográficas

ALVES, R. J. M.; GUTJAHR, A. L. N.; PONTES, A. N. Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental... Revista Brasileira de Educação Ambiental, v. 14, n. 2, 2019.

BENTO, V. R. da S. A produção de cartilhas como ferramenta para o ensino de Geografia... Recife, v. 6, n. 3, 2023.

CAMPOS, J. G.; SENA, D. R. de C. Aspectos teóricos sobre o ensino de ciências por investigação. Ensino em Revista, v. 27, 2020.

CANDITO, V. et al. O uso da Cartilha Pedagógica como ferramenta de ensino... Educitútec, Manaus, v. 11, 2025.

CORRÊA, Y. G.; SEIBERT, C. S. PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE CARTILHA EDUCATIVA... Revista Observatório, v. 10, n. 1, 2024.

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. A formação de professores e experimentação investigativa... Revista Pedagógica Unochapecó, v. 27, 2025.

KNIPPEL, P. et al. CONSTRUÇÃO DE UMA CARTILHA EDUCATIVA... Cidadania em Ação, v. 9, n. 1, 2025.

MOURA, A. R. M.; FIREMAN, E. C. Organização e análise das sequências de ensino investigativo... Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, v. 18, n. 2, 2025.

RIBEIRO, L. A. Passo a passo para elaboração de cartilhas. Rio de Janeiro: EduCAPES/UNIRIO, 2022.

ROELL, J. V. F. Sequência de ensino investigativa: tratamento de água. UDESC, Joinville, 2019.

TRACTENBERG, R. O Design Instrucional e suas etapas. Rio de Janeiro: Livre Docência Tecnologia Educacional, 2023.

Figura 12: Referências utilizadas na fundamentação teórica e didático-pedagógica da proposta, contemplando estudos sobre ensino por investigação, abordagem CTSA, alfabetização científica, elaboração de materiais educativos e microbiologia de alimentos tradicionais. **Fonte:** Autoria própria, 2026; Google, 2026.

A organização visual dos eixos temáticos transforma o conteúdo de Microbiologia em problemas investigativos relacionados à mesa mineira, permitindo que os estudantes reconheçam a ciência presente em processos alimentares cotidianos.

Trabalhos semelhantes já têm sido descritos na literatura, como os de Trivelato e Tonidandel (2015) e de Siqueira-Batista *et al.* (2010), que propõem, respectivamente, eixos organizadores para o ensino de Evolução na perspectiva do EnCI e eixos temáticos para a abordagem da Nanociência/Nanotecnologia como temáticas de discussão na perspectiva CTSA. No presente trabalho, visando estabelecer referências para o ensino de Microbiologia por investigação e fundamentado na perspectiva CTSA, buscou-se articular o caráter regional da culinária mineira e a atuação dos microrganismos em processos alimentares tradicionais em torno de quatro eixos: Eixo 1: queijo Minas artesanal; Eixo 2: fermentação do café especial; Eixo 3: cachaça; Eixo 4: do cacau ao chocolate.

Outro resultado relevante foi a definição de uma estrutura temática que valoriza a problematização inicial, a formulação de questões investigativas, a análise e interpretação de informações científicas, os momentos de discussão e argumentação e as reflexões sobre saúde, segurança alimentar, produção artesanal, soberania alimentar e patrimônio cultural. Esses elementos podem orientar o professor como mediador do processo, favorecendo o protagonismo estudantil e a construção de explicações fundamentadas sobre fenômenos microbiológicos que, muitas vezes, permanecem invisíveis no cotidiano escolar. Nessa perspectiva, os eixos aproximam a Microbiologia de problemas concretos e contribuem para tornar o ensino mais contextualizado e formativo (Trivelato; Tonidandel, 2015; Psillos; Makri; Schizas, 2026).

A proposta também indica possibilidades de transposição didática para materiais futuros, como cartilhas pedagógicas ou sequências de ensino investigativas. Para que esses produtos sejam efetivamente elaborados, será necessário desenvolver planos de aula, orientações didáticas ao professor, descrição de materiais, etapas de execução, formas de avaliação e possibilidades de adaptação para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Assim, o presente trabalho constitui uma etapa inicial de delimitação temática e fundamentação teórica, valorizando a cultura regional mineira como ponto de partida para a construção do conhecimento científico escolar.

A definição dos quatro eixos temáticos — queijo Minas artesanal, fermentação do café especial, cachaça e cacau/chocolate — foi pensada como uma base conceitual e didáticopedagógica para a elaboração futura de uma cartilha ou sequência investigativa.

Estudos sobre cartilhas educativas indicam que esse tipo de material pode favorecer a comunicação científica, a educação socioambiental e a aproximação entre conhecimento acadêmico e práticas sociais (Alves; Gutjahr; Pontes, 2019; Corrêa; Seibert, 2024; Knippel *et al.*, 2025).

5 DISCUSSÃO

A proposição dos eixos temáticos indica que o ensino de Microbiologia pode tornar-se mais significativo quando articulado a contextos culturalmente próximos dos estudantes. Neste trabalho, a escolha da culinária mineira como eixo temático permitiu aproximar os conteúdos microbiológicos de práticas sociais concretas, favorecendo a compreensão dos microrganismos em processos de produção e transformação de alimentos. Essa perspectiva dialoga com a abordagem CTSA, ao relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente de forma integrada (Auler; Delizoicov, 2001; Fourez, 2003; Gonçalves, 2022).

Do ponto de vista do ensino por investigação, a proposta também se mostra coerente por valorizar problematização, hipóteses, análise de evidências e argumentação. Ao organizar os eixos em torno de situações-problema, o trabalho oferece subsídios para futuras sequências didáticas que favoreçam o protagonismo estudantil e aproximem o ensino de Microbiologia das práticas epistêmicas da ciência, especialmente em um campo em que muitos fenômenos não são diretamente observáveis (Trivelato; Tonidandel, 2015; Cunha *et al.*, 2020).

Outro aspecto relevante é a superação da visão estritamente patogênica dos microrganismos. Ao trabalhar com queijo Minas artesanal, café, cachaça e chocolate, os eixos propostos evidenciam o papel desses organismos em processos fermentativos, biotecnológicos, culturais e alimentares, ampliando as possibilidades de alfabetização científica e tornando o ensino mais contextualizado e socialmente significativo (Chassot, 2003; Auler, 2003; Siqueira-Batista *et al.*, 2010; Antônio; Borelli, 2020; Borém *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2015; Díaz-Muñoz; De Vuyst, 2022).

Além disso, os eixos temáticos foram concebidos como base para a elaboração futura de materiais didáticos teoricamente fundamentados e não apenas como uma listagem de conteúdo. Ao integrar ensino por investigação, alfabetização científica e abordagem CTSA, a proposta oferece subsídios para práticas docentes mais críticas, contextualizadas e

coerentes com os objetivos formativos do ensino de Ciências (Auler; Delizoicov, 2001; Fourez, 2003; Trivelato; Tonidandel, 2015).

A literatura sobre cartilhas pedagógicas e educativas reforça que esses materiais podem contribuir para a sistematização de conhecimentos científicos e para sua circulação em contextos escolares e sociais, desde que sejam elaborados com intencionalidade didática, linguagem adequada e coerência com os objetivos de aprendizagem (Ribeiro, 2022; Bento, 2023; Candito *et al.*, 2025). Nessa perspectiva, a proposição de eixos temáticos sobre microrganismos na culinária mineira representa uma etapa inicial relevante, pois delimita conteúdos, problemas e possibilidades de abordagem que poderão orientar a elaboração futura de uma cartilha pedagógica.

Como desdobramento, os eixos aqui propostos poderão orientar a produção de cartilhas pedagógicas, sequências didáticas investigativas ou recursos digitais voltados ao ensino de Microbiologia. Estudos futuros poderão desenvolver esses materiais e avaliá-los em turmas da educação básica, verificando seu potencial para favorecer a aprendizagem, a argumentação científica e a alfabetização científica dos estudantes (Esera, 2021; Psillos; Makri; Schizas, 2026).

Dessa forma, a principal contribuição do estudo está na delimitação de uma proposta temática que articula ciência escolar, cultura regional e questões sociocientíficas para o ensino de Microbiologia, reforçando a importância de práticas investigativas e contextualizadas na formação científica dos estudantes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo propor eixos temáticos para o ensino de Microbiologia na educação básica, fundamentados no ensino por investigação e na abordagem CTSA, tendo a culinária mineira como contexto de problematização. A análise realizada permitiu concluir que essa articulação constitui uma possibilidade relevante para tornar o ensino mais contextualizado, investigativo e socialmente significativo, aproximando os conteúdos escolares de práticas culturais concretas e de questões sociocientíficas importantes (Auler; Delizoicov, 2001; Trivelato; Tonidandel, 2015; Gonçalves, 2022).

A principal contribuição do trabalho está na delimitação de quatro eixos temáticos: queijo Minas artesanal, fermentação do café especial, cachaça e cacau/chocolate, que reúnem fundamentos conceituais e possibilidades didático-pedagógicas para futuras práticas

investigativas. Com isso, a proposta contribui para superar abordagens reducionistas da Microbiologia e favorece a compreensão dos microrganismos como agentes biotecnológicos, culturais e alimentares (Chassot, 2003; Antônio; Borelli, 2020; Borém *et al.*, 2023; Carvalho *et al.*, 2015).

Portanto, os eixos temáticos propostos poderão subsidiar a elaboração futura de cartilhas pedagógicas, sequências didáticas investigativas ou outros produtos educacionais voltados ao ensino de Microbiologia. A literatura indica que materiais dessa natureza podem contribuir para aproximar o conhecimento científico da realidade dos estudantes, favorecer a mediação docente e ampliar as possibilidades de contextualização do ensino (Alves; Gutjahr; Pontes, 2019; Roell, 2019; Ribeiro, 2022; Candito *et al.*, 2025). Assim, recomendase que pesquisas futuras desenvolvam e validem materiais pedagógicos baseados nos eixos aqui indicados, avaliando seu potencial educativo em turmas da educação básica.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Raynon Joel Monteiro; GUTJAHR, Ana Lúcia Nunes; PONTES, Altem Nascimento. Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 69–85, 2019. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2595>. Acesso em: 26 abr. 2026.
- ANDRADE, Camila Rodrigues Gontijo de; SOUZA, Marcelo Resende de; PENNA, Cláudia Freire de Andrade Moraes; ACURCIO, Leonardo Borges; SANT'ANNA, Felipe Machado de; CASTRO, Renata Dias.; OLIVEIRA, Dalila Lapinha Silva. Propriedades probióticas *in vitro* de *Lactobacillus* spp. isolados de queijos Minas artesanais da Serra da Canastra - MG. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 66, n. 5, p. 1592-1600, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/WSpkP65kdQ89NMKCHrNDg7y/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 abr. 2026.
- ANTÔNIO, Marina Barroso de; BORELLI, Beatriz. A importância das bactérias lácticas na segurança e qualidade dos queijos Minas artesanais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 75, n. 3, p. 204-221, jul./set. 2020. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/799>. Acesso em: 17 abr. 2026.
- AULER, Décio. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10033>. Acesso em: 17 abr. 2026.
- AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?

Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-13, 2001.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLG4qqN9SzHjNq7Db/?format=pdf&lang=pt>.

Acesso em: 17 abr. 2026.

BENTO, Victor Régio da Silva. A produção de cartilhas como ferramenta para o ensino de Geografia. **Revista Ensino de Geografia** (Recife), Recife, v. 6, n. 3, p. 80-103, 2023.

Disponível em: <https://doi.org/10.51359/2594-9616.2023.259517>. Acesso em: 18 abr. 2026.

BORÉM, Flávio Meira; ALVES, Ana Paula de Carvalho; SANTOS, Cláudia Mendes dos; HAEBERLIN, Luana; SALVIO, Luís Gustavo Amaral. Análises sensoriais e químicas de cafés fermentados espontaneamente. **Coffee Science**, Lavras, v. 18, e182137, 2023.

Disponível em:

<https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/2137/2435>. Acesso em:

17 abr. 2026.

BRASIL. **Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014**. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2014. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm. Acesso em: 3 maio 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. **Portaria nº 2.664, de 6 de março de 2026**. Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq. Brasília, DF: CNPq, 2026. Publicado no DOU de 11 de março de 2026, Seção 1, p. 4.

Disponível em: http://www.cnpq.br/web/guest/view//journal_content/56_INSTANCE_0oED/10157/23142775. Acesso em: 28 maio 2026.

BRESSANI, Ana Paula Pereira; Martinez, Silvia Juliana; SARMENTO, Andréia Braga Inácio; BORÉM, Flávio Meira; SCHWAN, Rosane Freitas. Organic acids produced during fermentation and sensory perception in specialty coffee using yeast starter culture. **Food Research International**, [S. l.], v. 128, p. 108773, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919306593>. Acesso em: 18 abr. 2026.

CAMPOS, João Victor Ferreira; RESENDE, Luiza Camattari; BASTOS, Acácio Freire; SILVA, Mariana Oliveira; ACURCIO, Leonardo Borges. Pesquisa de *Staphylococcus* spp. em queijos “Minas Frescal” feitos a partir de leite cru e comercializados no município de FormigaMG. **Caderno de Ciências Agrárias**, [S. l.], v. 13, p. 1-5, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358313564_Pesquisa_de_Staphylococcus_spp_em_queijos_Minas_Frescal_feitos_a_partir_de_leite_cru_e_comercializados_no_municipio_de_Formiga-MG/fulltext/6380d2e37b0e356feb821004/Pesquisa-de-Staphylococcusppemqueijos-Minas-Frescal-feitos-a-partir-de-leite-cru-e

comercializados-nomunicipiodeFormiga-MG.pdf?origin=scientificContributions. Acesso em: 18 abr. 2026.

CAMPOS, José Galúcio; SENA, Daniel Richardson de Carvalho. Aspectos teóricos sobre o ensino de ciências por investigação. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, v. 27, n. esp., p. 124, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/er-v27nea2020-13>. Acesso em: 18 abr. 2026.

CÂNDIDO, Mirilene dos Santos Casado; SANTOS, Michelle Gomes; AZEVEDO, Thamara de Medeiros; SODRÉ NETO, Luiz. Microbiologia no Ensino Médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 57-73, abr. 2015. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/ensinosaudeambiente/article/view/21199/12671>. Acesso em: 18 abr. 2026.

CANDITO, Vanessa; MENEZES, Karla Mendonça; RODRIGUES, Carolina Braz Carlan; SOARES, Felix Alexandre Antunes. O uso da Cartilha Pedagógica como ferramenta de ensino: fortalecendo a Pesquisa Escolar e a Formação de Professores. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 11, p. 1-22, jan./dez. 2025. Disponível em: <https://sistemascmc.ifam.edu.br/educitec/index.php/educitec/article/view/2442>. Acesso em: 18 abr. 2026.

CARVALHO, Fernanda Paula; DUARTE, Whasley Ferreira; DIAS, Disney Ribeiro; PICCOLI, Roberta Hilsdorf; SCHWAN, Rosane Freitas. Interaction of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactococcus lactis* in the fermentation and quality of artisanal cachaça. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 37, n. 1, p. 51-60, jan./mar. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/Hs7hNCWLBXMMFDJGcWdKp5F/?format=pdf&lang=en>.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2003.

CORRÊA, Yara Gomes; SEIBERT, Carla Simone. PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE CARTILHA EDUCATIVA: a relação ambiental entre os seres humanos e os animais venenosos peçonhentos. *Revista Observatório*, v. 10, n. 1, p. a16, 2024. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/observatorio/article/view/14522>. Acesso em: 26 abr. 2026.

CUNHA, Susana Medeiros; SILVA, Isabela Nardi; CASTRO, Ladislei Marques Felipe; SILVA, Juarez Bento; BILESSIMO, Simone Meister Sommer. Integrating technology in secondary education: an experience of flipped classroom and Inquiry-Based Learning for a science class. **International Journal for Innovation Education and Research**, [S. l.], v. 8, n. 8, p. 409-426, 2020. Disponível em: <https://scholarsjournal.net/ijer/article/view/2534/1792>. Acesso em: 17 abr. 2026.

DÍAZ-MUÑOZ, Cristian; DE VUYST, Luc. Functional yeast starter cultures for cocoa fermentation. **Journal of Applied Microbiology**, [S.l.], v. 133, n. 1, p. 39-66, jul. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34599633/>. Acesso em: 17 abr. 2026.

DUPIN, Leonardo Vilaça. “Inconfidência queijeira”: evoluções institucionais e práticas multiespécie na construção de um mercado de excelência para os queijos artesanais de Minas Gerais. **Revista Antropolítica**, Niterói, v. 55, n. 1, e56112, jan./abr. 2023. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/antropolitica/article/view/56112/33995>. Acesso em: 17 abr. 2026.

ESERA (European Science Education Research Association). **Teaching-learning sequences as innovations for science teaching and learning**. Editors: Italo Testa; Nikos Papadouris. [S. l.]: University of Minho, 2021. (Part 5 / Strand 5). Disponível em: https://www.esera.org/wp-content/uploads/2023/02/CNF21Proceedings_Strand5_p.343445.pdf. Acesso em: 17 abr. 2026.

FOUREZ, Gérard. A crise no ensino de Ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso em: 17 abr. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, Fatima C. O; SILVA, Carol L. C.; VIANNA, Cristina R.; LACERDA, Inayara C. A.; BORELLI, Beatriz M.; NUNES, Álvaro C.; FRANCO, Gloria R.; MOURÃO, Marina M.; ROSA, Carlos A. Identification of lactic acid bacteria associated with traditional cachaça fermentations. **Brazilian Journal of Microbiology**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 486-492, jun. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/9rJdjMkcK5dTXRjMRTL5X5B/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 17 abr. 2026.

GONÇALVES, Irlen Antônio. Alfabetização científica, tecnológica ou científicotecnológica? **Paidéia: Revista do Curso de Pedagogia da FUMEC**, Belo Horizonte, v. 17, n. 27, p. 45-58, 2022. Disponível em: <https://revista.fumec.br/index.php/paideia/article/view/9463>. Acesso em: 17 abr. 2026.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. A formação de professores e experimentação investigativa em ciências: uma revisão de literatura. **Revista Pedagógica Unochapecó**, Chapecó, v. 27, 2025.

GOOGLE. **NotebookLM**. Mountain View: Google, 2026. Disponível em: <https://notebooklm.google.com/>. Acesso em: 26 abr. 2026.

KNIPPEL, Phillipe; TOLEDO, Alberto; FREITAS, Wiverson. CONSTRUÇÃO DE UMA CARTILHA EDUCATIVA: melhoria das condições de trabalho de pescadores e preservação de manguezais pelo Projeto Águas da Guanabara. **Cidadania em Ação**:

Revista de Extensão e Cultura, [S.l.], v. 9, n. 1, 2025. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/cidadaniaemacao/article/view/26029>. Acesso em: 26 abr. 2026.

KORCARI, Dea; RICCI, Giovanni; FANTON, Alberto; EMIDE, Davide; BARBIROLI, Alberto; FORTINA, Maria Grazia. Exploration of Lactiplantibacillus fabifermentans and Furfurilactobacillus rossiae as potential cocoa fermentation starters. **Journal of Applied Microbiology**, [S. l.], v. 133, n. 3, p. 1769-1780, set. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35751485/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

LOGUERCIO, Andrea Pinto; ALEIXO, José Antônio Guimarães. Microbiologia de queijo tipo Minas Frescal produzido artesanalmente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1063-1067, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/PKm3pNcvkYYSk94YBzXpQsC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 abr. 2026.

MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira (org.). **Análise de dados em educação para a Ciência e a Matemática**. Ponta Grossa: Texto e Contexto, 2024.

MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci (org.) **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de Ciências**. Ponta Grossa: Atena, 2023.

MOURA, Antonio Reynaldo Meneses; FIREMAN, Elton Casado. Organização e análise das sequências de ensino investigativo, com conhecimentos biológicos, para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 540-563, jul./dez. 2025. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/1781>. Acesso em: 18 abr. 2026.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: Nações Unidas no Brasil, 2026. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 19 maio 2026.

PEREIRA, Leandro Ferreira Bernardes; FRANCO JUNIOR, Kleso Silva; BARBOSA, Camila Karen Reis. The influence of natural fermentation on coffee drink quality. **Coffee Science**, Lavras, v. 15, e151673, 2020. Disponível em: <https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1673/2257>. Acesso em: 18 abr. 2026.

PEREIRA, Thayanna Scopel; BATISTA, Nádia Nara; PIMENTA, Lúcia Pinheiro Santos; MARTINEZ, Silvia Juliana; RIBEIRO, Luciana Silva; NAVES, José Augusto Oliveira; SCHWAN, Rosane Freitas. Self-induced anaerobiosis coffee fermentation: impact on microbial communities, chemical composition and sensory quality of coffee. **Food Microbiology**, [S.l.], v. 103, p. 103962, maio 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35082079/>. Acesso em: 18 abr. 2026.

PSILLOS, Dimitris; MAKRI, Eleni; SCHIZAS, Dimitris. A teaching-learning sequence integrating Nature of Science and Scientific Inquiry: design implementation and the role of historical experiments. **Education Sciences**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 280, fev. 2026. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/16/2/280>. Acesso em: 18 abr. 2026.

RIBEIRO, Larissa Artimos. **Passo a passo para elaboração de cartilhas**. Rio de Janeiro: EduCAPES/UNIRIO, 2022.

SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo; MARIA-DA-SILVA, Luciana; SOUZA, Roberto Rômulo de Medeiros; PIRES-DO-PRADO, Henrique Jannuzzelli; SILVA, Cláudio Aprígio da; RÔÇAS, Giselle; OLIVEIRA, Alexandre Lopes de; HELAYËL-NETO, José Abdalla. Nanociência e nanotecnologia como temáticas para discussão de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 2, p. 479-490, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/tK9pXfs7gjnBYprJs6gzsNv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 abr. 2026.

TRACTENBERG, Régis. **O Design Instrucional e suas etapas**. Rio de Janeiro: Livre Docência Tecnologia Educacional, 2023. Disponível em: <https://www.livredocencia.com>. Acesso em: 18 abr. 2026.

TRIVELATO, Silvia Luzia Frateschi; TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 97-114, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/VcyLdKDwhT4t6WdWJ8kV9Px/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 17 abr. 2026.

VIEIRA, Ana Carolina Alves; Andrade, Elisa Helena Paz; SOARES, Carla Ferreira; Acurcio, Leonardo Borges; MELLO, Thamis Carolina Souza; Souza, Marcelo Resende de. Potencial probiótico de bactérias ácido-láticas isoladas de queijo Minas artesanal. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 77, n. 1, p. 32-42, 2022. Disponível em: <https://revistadoilct.com.br/rilct/article/view/869/577>. Acesso em: 17 abr. 2026.