

USO DA PRODUÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA COMO FERRAMENTA METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA: UMA ABORDAGEM ETNOFÍSICA E DECOLONIAL NA AMAZÔNIA

Using Cassava Flour Production as a Methodological Tool for Teaching Thermal Physics: An Ethnophysics and Decolonial Approach in the Amazon

Ruth Elli dos Santos Pantoja¹ [ruthy.elly.sp@gmail.com],

Maria da Conceição Gemaque de Matos² [cgemaquematos@gmail.com],

^{1,2} *Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Pará (UFPA).*

Rua Augusto Corrêa, 01 – Bairro Guamá – Cep 66075-110

Belém – Pará – Amazônia – Brasil.

Recebido: 28/12/2025

Aceito: 20/03/2026

RESUMO

Este artigo investiga a integração entre saberes locais e conhecimento científico no ensino de Física Térmica, tomando como contexto o processo de produção artesanal da farinha de mandioca na Amazônia. A pesquisa, de natureza qualitativa e intervencionista, foi desenvolvida por meio de uma sequência didática articulada a uma maquete representativa do processo produtivo, implementada em uma escola pública no município de Acará, Pará. A presente investigação busca analisar as potencialidades do uso do processo de produção artesanal da farinha de mandioca, enquanto ferramenta metodológica contextualizada e sob uma perspectiva etnofísica e decolonial, para o ensino de Física Térmica, examinando como essa abordagem pode fomentar uma aprendizagem significativa e crítica, capaz de questionar a hegemonia eurocêntrica no currículo. Espera-se que a abordagem proposta contribua para uma educação científica plural, crítica e socialmente referenciada, alinhando-se a uma visão freiriana e decolonial de ensino, de modo a fomentar a descolonização do currículo

Palavras-chave: Ensino de Física; Etnofísica; Decolonialidade.

ABSTRACT

This article investigates the integration between local knowledge and scientific knowledge in the teaching of Thermal Physics, taking as its context the artisanal process of cassava flour production in the Amazon. The research, which is qualitative and interventional in nature, was developed using a didactic sequence articulated with a representative model (maquette) of the production process, implemented in a public school in the municipality of Acará, Pará. The present investigation seeks to analyze the potential of using the artisanal cassava flour production process, as a contextualized methodological tool and under an ethnophysics and decolonial perspective, for the teaching of Thermal Physics, examining how this approach can foster meaningful and critical learning, capable of questioning Eurocentric hegemony in the curriculum. It is expected that the proposed approach will contribute to a plural, critical, and socially referenced scientific education, aligning with a Freirean and decolonial vision of teaching, in order to foster curriculum decolonization.

Keywords: Physics Education; Ethnophysics; Decoloniality.

1. INTRODUÇÃO

A valorização da diversidade cultural no processo de ensino-aprendizagem configura-se como estratégia fundamental para a construção de um conhecimento significativo, permitindo que saberes tradicionais e contextos locais dialoguem com os conteúdos científicos formais, Santos (2007). Na região amazônica, a produção da farinha de mandioca representa uma atividade de profundo significado sociocultural e econômica, especialmente no estado do Pará, maior produtor nacional deste alimento, Fernandes (2018).

A Física, enquanto construção humana, é frequentemente apresentada nos ambientes escolares como um conhecimento neutro, universal e desvinculado de contextos culturais específicos, Moreira (2006). No entanto, a História e a Filosofia da Ciência revelam que o desenvolvimento do conhecimento científico é marcado por revoluções, disputas paradigmáticas e por um contexto social e cultural mais amplo, Kuhn (2011); Chalmers (1993). A chamada "ciência moderna", com seus marcos fundamentais estabelecidos a partir dos séculos XVI e XVII, se consolida dentro de um projeto colonial e eurocêntrico que frequentemente invisibilizou e desqualificou outros saberes, Quijano (2005); Walsh (2013). No ensino dessa disciplina, essa tradição se reflete em currículos que privilegiam exemplos abstratos e descontextualizados, distanciando-se da realidade e dos conhecimentos prévios de muitos estudantes, sobretudo daqueles de regiões periféricas ou com forte tradição cultural não europeia, como a Amazônia.

Como contraponto a essa perspectiva, emergem abordagens como a Etnociência e, mais especificamente, a Etnofísica, que buscam estabelecer um diálogo entre o conhecimento científico escolar e os saberes tradicionais e locais, Lima (2020). Partindo desse diagnóstico, este artigo tem como o problema que orienta a investigação é: De que maneira a articulação entre os saberes locais sobre a produção de farinha de mandioca e os conceitos e princípios da Física Térmica pode promover uma aprendizagem significativa contribuindo para um currículo decolonizador?

A motivação para esta pesquisa surge da necessidade de contextualizar o ensino e aproximar o conhecimento formal do repertório experiencial trazido pelo aluno, alinhando-se à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, Moreira (2006). A justificativa reside na necessidade de se construir um ensino de Física que seja eficaz, significativo e crítico, contextualizado valorizando as diversidades culturais da região. Ao reconhecer a produção de farinha como um "coletivo de pensamento", segundo Nascimento (2023), e um laboratório natural da termodinâmica, propõe-se uma reconfiguração do currículo que dialogue com a ecologia de saberes, Santos (2007).

O artigo estrutura-se após esta introdução, apresentando a fundamentação teórica, articulando os conceitos de Etnofísica, Decolonialidade e Aprendizagem Significativa. Em seguida passa a delinear a metodologia da pesquisa intervencionista que deu origem a um produto educacional. Para a proposta metodológica está prevista a aplicação da sequência didática e o uso da maquete, com o intuito de debater os fenômenos térmicos identificados. As considerações finais buscam sintetizar as contribuições do estudo e apontar desdobramentos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aprendizagem Significativa e Contextualização no Ensino de Física

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel e desenvolvida no Brasil por Marco Antônio Moreira (2006), postula que a aprendizagem ocorre de modo mais efetivo quando novos conhecimentos se relacionam de forma substantiva e não arbitrária com conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. No ensino de Física, isso implica a necessidade de se estabelecerem pontes entre os formalismos científicos e o universo experiencial e os conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes, tornando a aprendizagem relevante para suas vidas.

A contextualização do ensino é uma ferramenta eficaz para ampliar a interação entre diferentes campos do saber e a realidade do educando, Ramos (2002). Ao inserir o conhecimento disciplinar em um contexto rico em experiências, movimentar dimensões da vida pessoal, social e cultural, ativando competências cognitivas já desenvolvidas pelo aluno. A utilização do contexto da farinha de mandioca visa criar exatamente essas âncoras. Para um estudante do interior do Pará, onde o município de Acará é o maior produtor nacional de mandioca, as etapas de fermentação, prensagem e torração não são abstrações, mas elementos de sua realidade sociocultural que apresentam relações com a Física Térmica.

Para operacionalizar essa conexão, as Metodologias Ativas reposicionam o aluno como sujeito central do processo de aprendizagem, Moran (2015). Inspiradas filosoficamente em John Dewey (1938), para quem a educação deve ser uma experiência ativa e vinculada à vida, essas metodologias rompem com o modelo tradicional de transmissão passiva.

2.2 Etnofísica e Decolonialidade no Ensino de Ciências

A Etnofísica emerge como uma abordagem que reconhece e valida os conhecimentos físicos presentes nas práticas culturais das comunidades tradicionais. Para Lima (2020):

"A Etnofísica surge como uma ponte dialógica entre o conhecimento físico escolar, formalizado e abstrato, e o conhecimento físico empírico das comunidades, validando este último como um ponto de partida legítimo e potente para a construção de significados científicos" (p.45).

Aplicada ao contexto amazônico, a Etnofísica permite ressignificar práticas culturais, como a produção de farinha de mandioca, como objetos legítimos de investigação científica.

A perspectiva decolonial oferece uma crítica contundente à "colonialidade do saber", Quijano (2005), denunciando como a produção do conhecimento científico moderno está intrinsecamente vinculada ao projeto colonial eurocêntrico. A consolidação do paradigma moderno esteve intrinsecamente ligada à expansão colonial europeia. Nessa estrutura, a racionalidade eurocêntrica foi erigida como o único modelo válido de produção de conhecimento, marginalizando e subalternizando os saberes de povos indígenas, africanos e suas descendências, Walsh (2013).

A Física ensinada nas escolas, portanto, carrega em sua epistemologia as marcas desse projeto colonial, Rosa (2025). Seu currículo tende a ser uma "história única", que ignora as contribuições e os sistemas de conhecimento de outras culturas. Superar essa visão requer uma atitude decolonial, que implica não apenas incluir conteúdos sobre outras culturas, mas, sobretudo, questionar a própria hierarquia de saberes e promover uma interculturalidade crítica.

2.3 Fundamentos da Física Térmica no Processo Produtivo da farinha de mandioca

O processo artesanal de produção da farinha de mandioca é um sistema complexo onde os conceitos da Física Térmica se manifestam de forma integrada. A análise termodinâmica, Halliday (2016), detalhada do processo revela a aplicabilidade dos princípios científicos em cada etapa:

- a) Fermentação (Maceração): As raízes submersas em água atingem o equilíbrio térmico com o ambiente (Lei Zero da Termodinâmica). A temperatura ambiente controla a taxa das reações bioquímicas, um princípio relacionado à dependência cinética com a temperatura.
- b) Prensagem: O trabalho mecânico (W) realizado sobre a massa para extrair a manipueira, em um processo relativamente rápido e adiabático ($\Delta Q \approx 0$), é convertido em energia interna (ΔE_{int}), conforme previsto pela Primeira Lei da Termodinâmica ($\Delta E_{int} = Q - W$), resultando em um discreto aquecimento da massa.
- c) Torração: Esta é a etapa mais rica em fenômenos térmicos:
- d) Irradiação: O calor das chamas atinge o fundo do tacho metálico predominantemente por radiação térmica.
- e) Condução: O tacho metálico, uma vez aquecido, transfere calor para a farinha úmida em contato direto com sua superfície.
- f) Convecção: O ar aquecido no forno e os gases da combustão envolvem o tacho e a farinha, transferindo calor por convecção e carregando o vapor d'água, o que acelera a secagem.
- g) Calor Latente: A energia transferida para a farinha é majoritariamente consumida na evaporação da água (mudança de fase líquido-vapor), sendo um exemplo clássico de conversão de calor sensível em calor latente de vaporização ($Q = m.L$). Enquanto houver água livre, a temperatura da farinha permanece praticamente constante.
- h) Resfriamento: A farinha torrada, a uma temperatura elevada, passa a entrar em equilíbrio térmico com o ambiente, perdendo calor por condução, convecção e irradiação até atingir a temperatura ambiente.

Esta análise demonstra que a casa de farinha¹ é, de fato, um laboratório completo de Física Térmica, oferecendo um contexto autêntico e significativo para o ensino de conceitos que, em livros didáticos, costumam ser apresentados de forma fragmentada e abstrata.

3. METODOLOGIA

3.1 Abordagem e Desenho da Pesquisa

A pesquisa será conduzida sob uma abordagem qualitativa e intervencionista, configurando-se como um estudo de caso aplicado, Zanete (2017). A intervenção pedagógica consistirá na implementação de uma sequência didática baseada no uso de uma maquete representativa do processo de produção da farinha de mandioca, com duração total de 100 minutos (duas aulas).

3.2 Participantes e Contexto

O estudo está planejado para ser realizado com alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública no município de Acará, Pará. A escolha desse contexto justifica-se pelo fato de os estudantes possuírem repertório experiencial e conhecimentos prévios sobre o processo de produção da farinha, o que deve favorecer a ancoragem dos novos conceitos científicos.

3.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Para garantir a triangulação dos dados, serão utilizados os seguintes instrumentos:

- Questionário de identificação de conhecimentos prévios.
- Observação participante com registro em diário de campo;

¹ Casa de Farinha: Espaço coberto onde ocorre o processo de manipulação da mandioca para obter a farinha, deste a fermentação até a torração.

- Protocolos de registro dos alunos;
- Produções textuais dos alunos;

3.4 O Produto Educacional: Maquete e Sequência Didática

O produto educacional será composto por:

Uma maquete detalhada: Confeccionada com materiais de baixo custo (isopor, argila, massa de modelar, LEDs, papel celofane) e irá representar as oito etapas do processo produtivo (Plantio/Colheita, Descascamento/Limpeza, Fermentação, Trituração, Prensagem, Esfarelamento/Peneiração, Torração, Resfriamento/Embalagem). Cada etapa foi projetada para destacar fenômenos térmicos específicos, com elementos visuais que facilitam sua identificação (LEDs para representar fontes de calor, algodão para simular vapor, etc.).

Figura 1: Maquete representativa do processo de produção artesanal da farinha de mandioca.

Fonte: Gerada por Inteligência Artificial Generativa Gemini, em 19 de abril de 2026.



Uma sequência didática: Com duração de 100 minutos (2 aulas de 50 minutos), baseada em Metodologias Ativas e no ensino por investigação. As atividades incluem:

Aula 1: Exploração livre da maquete e identificação das etapas do processo (Detetives da Farinha), seguida de um compartilhamento coletivo e introdução intuitiva do conceito de calor.

Aula 2: Investigação guiada por meio de Cartões Investigativos que direcionam a observação para os mecanismos de transferência de calor (condução, convecção, irradiação) e a evaporação. Sistematização coletiva dos conceitos e produção textual individual.

4. PROCEDIMENTOS PREVISTOS PARA ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Este capítulo descreve o plano analítico que deverá ser implementado para tratar os dados gerados pela intervenção pedagógica. A análise dos dados está fundamentada na Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2011), e seguirá as etapas de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

4.1 Proposta para os procedimentos de análise dos dados

A análise deverá seguir os princípios da Análise de Conteúdo, Bardin (2011), com previsão de envolver três etapas principais: pré-análise, exploração do material e interpretação. as categorias analíticas propostas: Conexão com o Cotidiano e Saberes Locais, Identificação de Fenômenos Térmicos e Apropriação da Linguagem Científica.

4.2 Análise Propostas

Com base no referencial teórico e nos objetivos da pesquisa, e seguindo a metodologia de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), a análise dos dados será conduzida em três fases principais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Durante a fase de exploração, decorrerá a codificação e classificação dos elementos presentes nos registros dos alunos (registro de observações e produções textuais), visando identificar unidades de significado recorrentes. A partir dessa organização sistemática, e por meio de um processo de diferenciação e reagrupamento por analogia, os critérios de análise emergirão dos próprios dados.

Neste estudo, os critérios de analogia que orientarão a classificação e agregação das unidades de registro são fundamentados nos objetivos da pesquisa e estão assim previstos:

1. Associação entre Fenômenos Científicos e Saberes Locais: Agrupará unidades que evidenciem relações estabelecidas pelos alunos entre os conceitos físicos estudados e suas experiências práticas ou conhecimentos tradicionais relacionados ao processo de produção da farinha.
2. Reconhecimento e Explicação de Processos Térmicos: Reunirá elementos que demonstrem a identificação, descrição e compreensão pelos alunos dos mecanismos de transferência de calor (condução, convecção, irradiação) e do conceito de calor latente, no contexto das etapas de torração e resfriamento.
3. Uso e Evolução da Terminologia Científica: Classificará registros que permitam analisar a progressão na adoção da linguagem científica formal, contrastando o vocabulário cotidiano inicial com o emprego preciso de termos técnicos nas discussões e produções finais.
4. Percepções de Valorização Cultural e Identitária: Categorizará manifestações que expressem impactos da abordagem pedagógica na autoestima, no sentimento de pertencimento e no reconhecimento do valor do conhecimento cultural local, refletindo uma perspectiva decolonial.

Estes critérios servirão como eixos norteadores para a organização dos dados brutos. Contudo, conforme preconiza Bardin (2011), o sistema categorial é passível de refinamento ao longo do processo analítico, podendo ser ampliado, subdividido ou reformulado a partir da imersão efetiva no corpus, garantindo assim que a categorização final seja pertinente, homogênea e fiel ao material empírico.

4.3 Triangulação e Interpretação

A interpretação dos resultados se dará pela triangulação dos dados obtidos por meio dos diferentes instrumentos (observação, textos e questionário). Essa estratégia permitirá uma visão mais robusta e confiável do processo de aprendizagem e dos possíveis deslocamentos epistemológicos promovidos pela intervenção. A discussão será conduzida à luz do referencial teórico da Etnofísica, Decolonialidade e Aprendizagem Significativa, confrontando os dados empíricos com a literatura especializada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo propôs uma articulação teórico-metodológica entre o processo de produção da farinha de mandioca e os conceitos da Física Térmica, situando-a no âmbito das abordagens etnofísica e decolonial. A investigação teórica metodológica buscou analisar as potencialidades dessa integração como uma ferramenta pedagógica contextualizada para o ensino de Física, visando fomentar uma aprendizagem significativa e uma educação científica crítica. A fundamentação teórica abordada proposta se alinha a pressupostos importantes como: a Aprendizagem Significativa, ao pretender ancorar conceitos abstratos da termodinâmica em um contexto sociocultural familiar; a Etnofísica, ao reconhecer e validar os saberes tradicionais como ponto de partida legítimo para a construção do conhecimento científico; e a Decolonialidade, ao questionar a hierarquia de saberes e buscar uma prática pedagógica que conteste a hegemonia eurocêntrica no currículo.

O produto educacional desenvolvido composto por uma maquete representativa e uma sequência didática foi concebido como um mediador concreto para operacionalizar essa proposta em sala de aula. Espera-se que sua aplicação futura possa potencializar a Aprendizagem Significativa, ao contextualizar os fenômenos térmicos nas etapas do processo produtivo da farinha, facilitando a ancoragem dos novos conceitos científicos nas estruturas cognitivas prévias dos estudantes e tornando a Física Térmica mais tangível e relevante. Além disso, a proposta tem o potencial de valorizar Saberes Locais e Identidades Culturais, fortalecendo a autoestima e o sentimento de pertencimento dos estudantes ao reconhecer e integrar ao currículo um saber tradicional central em sua realidade, constituindo uma ação inserida no movimento mais amplo de descolonização do conhecimento.

Para além da contextualização, a abordagem visa fomentar uma Educação Científica Crítica e Dialógica, promovendo um diálogo entre diferentes sistemas de conhecimento. Espera-se que essa prática possa contribuir para a formação de cidadãos capazes de uma leitura crítica do mundo e da própria produção científica. Dessa forma, ao inverter a lógica habitual e partir de um saber local para a construção do conhecimento científico escolar, a proposta se oferece como um exemplo prático que pode contribuir para a Reflexão sobre a Descolonização Curricular, repensando o currículo de Física na direção de uma maior pluralidade epistêmica.

A maquete e a sequência didática são apresentadas, portanto, como instrumentos passíveis de mediação para este processo investigativo e dialógico. Recomenda-se que pesquisas futuras implementem e avaliem essa proposta em contextos reais de sala de aula e realidade sociocultural dos alunos. Estudos adicionais poderiam investigar o impacto de abordagens similares em outros conteúdos da Física e em diferentes contextos culturais, ampliando o corpus de práticas pedagógicas que destaque o legado freiriano e se abram para a riqueza das epistemologias da região Amazônica, na construção de uma educação científica verdadeiramente transformadora.

6. REFERÊNCIAS

Bardin, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011

- Chalmers, A. F. O que é ciência afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.
- Dewey, J. Experience and Education. New York: Kappa Delta Pi, 1938.
- Fernandes, G. L. C. Análise de cenários: mandioca. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2018.
- Halliday, David; Resnick, Robert; Walker, Jearl. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. 10º. ed [S.I.]:GEN LTC, 2016.
- Kuhn, T. S. Estrutura das Revoluções Científicas. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- Lima, Etnofísica na Amazônia: fundamentos para um ensino decolonial de ciências. Belém: Editora Açaí, 2020.
- Moran, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Org.). Coleção Mídias Contemporâneas. São Paulo: PROEX, 2015. p. 15-33.
- Moreira, M. A. O que afinal é aprendizagem significativa? Revista Brasileira de Educação, v. 23, 2006.
- Nascimento, A. M. Coletivos de pensamento e estilos cognitivos na casa de farinha: uma análise fleckiana. Educação & Filosofia, Uberlândia, v. 37, n. 80, p. 543-570, 2023.
- Quijano, A. Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. In: LANDER, E. (Org.). A colonialidade do saber. Buenos Aires: CLACSO, 2005. p. 117-142.
- Ramos, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências e a superfície dos documentos oficiais. Educação & Sociedade, Campinas, v. 23, n. 80, p. 401-422, set. 2002.
- Rosa, K. Decolonialidade e ensino de física. Física na Escola, v. 23, e240257, 2025.
- Santos, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. Novos Estudos CEBRAP, n. 79, p. 71-94, 2007.
- Walsh, C. . Pedagogías decoloniales: prácticas insurgentes de resistir, (re)existir y (re)vivir. Quito: Abya Yala, 2013
- Zanete, M. S. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2017.