



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS ANGICAL DO PIAUÍ**

CURSO LICENCIATURA EM FÍSICA

THAMIRYS BARBOSA DE LIMA ARAÚJO

**A ETNOFÍSICA DOS PRODUTORES DE FARINHA: contribuições para o
ensino-aprendizagem de ciência e física no ensino fundamental**

**ANGICAL DO PIAUÍ
2025**

THAMIRYS BARBOSA DE LIMA ARAÚJO

A ETNOFÍSICA DOS PRODUTORES DE FARINHA: contribuições para o ensino-aprendizagem de ciência e física no ensino fundamental

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Angical do Piauí.

Orientador (a): Prof. Dr. Antônio Francisco Ramos

A ETNOFÍSICA DOS PRODUTORES DE FARINHA: contribuições para o ensino-aprendizagem de ciência e física no ensino fundamental

Thamirys Barbosa de Lima Araújo¹
Antônio Francisco Ramos²

RESUMO

Este artigo tem como objetivo principal analisar os conhecimentos etnofísicos na produção de farinha de mandioca, destacando sua relação com os conteúdos de Física do Fundamental. A pesquisa de campo, embasada em autores como Almeida (2017), Diegues (2000), Prudente (2013), Souza e Silva (2015), Anacleto (2014), Veraszto e Carneiro (2023), D'Ambrosio (2002), Suertegaray (2002), Silva Júnior (2024), Pereira (2019) e Vilanova, Ramos e Abreu (2021), foi realizada com produtores artesanais, por meio de entrevistas e registros fotográficos para coletar dados referentes ao processo de produção de farinha na cidade de Santo Antônio dos Milagres. Os resultados indicam a presença de fenômenos físicos, como os princípios das alavancas, torque, Pascal e transferência de calor, diretamente relacionados às habilidades da BNCC para o Fundamental. A pesquisa evidencia a importância da etnofísica na realidade dos participantes e no ensino de Física, particularmente em relação ao princípio de pascal, alavancas, torque e transferência de calor.

Palavras-chave: etnofísica; farinha de mandioca; ensino fundamental.

ABSTRACT

The main objective of this article is to analyze ethnophysical knowledge in the production of cassava flour, emphasizing its relationship with Physics content in elementary education. The field research, supported by authors such as Almeida (2017), Diegues (2000), Prudente (2013), Souza and Silva (2015), Anacleto (2014), Veraszto and Carneiro (2023), D'Ambrosio (2002), Suertegaray (2002), Silva Júnior (2024), Pereira (2019), and Vilanova, Ramos, and Abreu (2021), was conducted with artisanal producers. Interviews and photographic records were used to collect data on the cassava flour production process in the city of Santo Antônio dos Milagres. The results indicate the presence of physical phenomena, such as the principles of levers, torque, Pascal's principle, and heat transfer, which are directly related to the skills outlined by the BNCC (Brazilian Common National Curriculum Base) for elementary education. The research highlights the importance of ethnophysics in the participants' reality and in Physics education, particularly concerning Pascal's principle, levers, torque, and heat transfer.

Keywords: ethnophysics; manioc flour; high school.

¹ Licencianda em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. E-mail: thamirysb207@gmail.com

² Doutor em educação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. E-mail: francisco.ramos@ifpi.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A Física, longe de ser uma disciplina isolada em um reino puramente teórico e matemático, possui raízes profundas nas práticas e tradições históricas das sociedades. Sua essência não se limita a uma coleção de teorias e leis matemáticas, mas representa uma resposta cultural aos desafios e curiosidades emergentes na interação humana com o universo e os fenômenos naturais.

Assim, o tema em questão trata dos conhecimentos etnofísicos presentes na produção de farinha de mandioca, destacando sua relação com objetos do conhecimento de física previstos no currículo do Ensino Fundamental. Por meio de estudos relacionados à cultura do cultivo da mandioca para produzir farinha, buscamos entender como os saberes da física são trabalhados pelos produtores.

Em concordância com Diegues (2000), o conhecimento tradicional é definido como o saber e o saber-fazer, fruto da luta pela sobrevivência, adquirido ao longo dos séculos pelas comunidades, adaptados às necessidades locais, culturais e ambientais; transmitidos, oralmente, de geração em geração, respeitando o mundo natural e sobrenatural. Desse modo, os saberes sobre os mecanismos físicos para produção de farinha são diariamente mobilizados pelas famílias do campo, apesar de não serem concebidos por eles como fundamentação teórica de Física.

O foco da pesquisa é voltado para o estudo da relação existente entre a etnofísica e a produção de farinha. Assim, é de suma importância compreender sobre os saberes físicos existentes na fabricação da farinha de mandioca e a partir disso mostrar para os alunos que a Física está presente em situações cotidianas.

Com isso, o presente trabalho foi norteado pelo seguinte problema de pesquisa: Como os conhecimentos etnofísicos aplicados na produção de farinha de mandioca podem contribuir no ensino-aprendizagem de objetos do conhecimento de física no Ensino Fundamental? Visando responder a problemática em questão, optamos pelo seguinte objetivo geral: analisar os conhecimentos etnofísicos presentes na produção de farinha de mandioca destacando sua relação com os objetos do conhecimento de física previstos no currículo do Ensino Fundamental.

Optamos por organizar a pesquisa em torno dos seguintes objetivos específicos: Identificar os fenômenos físicos presentes na produção de farinha com base na percepção dos farinheiros; estabelecer a relação entre os conhecimentos etnofísicos e os objetos do conhecimento de física previstos na base nacional

comum curricular; refletir acerca da importância da etnofísica para o ensino-aprendizagem da física contextualizada com aspectos culturais locais.

Além disso, adotou-se a pesquisa de campo, que permitiu o contato direto com os sujeitos e o objeto de estudo, através de observação participante, entrevistas com duas agricultoras e registros fotográficos. Acompanharam-se todas as etapas da produção da farinha de mandioca, e as entrevistas exploraram a experiência dos agricultores, o conhecimento das etapas, as ferramentas utilizadas e a importância dessa prática. O trabalho está estruturado em fundamentação teórica, metodologia, análise de dados (em que estão apresentados os dados coletados durante a pesquisa) e conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a compreensão da fundamentação teórica utilizada neste estudo, cabe inicialmente uma aproximação conceitual acerca do que é a Etnofísica. De acordo Prudente (2013, p.2) “a Etnofísica, aqui considera ontologicamente o modo de ver, interpretar, de compreender, de compartilhar, de trabalhar, de lidar, de sentir [...]” os fenômenos naturais por parte do sujeito pertencente a um grupo sociocultural próprio. Segundo Souza e Silveira (2015) a Etnofísica é um tipo de saber que existe à margem do saber considerado científico pelas escolas e universidades. Contudo, está mais presente no cotidiano do que imaginamos. É *etno* porque pode ser observado em grupos socioculturais que se destacam devido sua linguagem própria. É *física* porque é um conhecimento que “funciona bem”, uma vez que pode fundamentar explicações e tomada de decisão sobre a realidade.

Com isso posto, destacamos que a Etnofísica é uma área pouco explorada, mas com grande potencial para contribuir na melhoria do ensino-aprendizagem da Física. De acordo com Anacleto (2014, p. 14):

O termo Etnofísica apareceu como categoria na Antropologia no trabalho de Garfinkel com Menlovitz and Strodbeck de 1945, que Votre (1997) explica a derivação do termo: Garfinkel derivou o conceito de etnometodologia da tradição de etnobotânica, etnofísica e etnomedicina. Etno sugere que um membro dispõe do saber de senso comum de sua sociedade enquanto saber do que quer que seja. Etnométodos então compreendem uma lógica do senso comum. Etnometodologia para o autor corresponde a um raciocínio sociológico prático, empregado pelos membros comuns da sociedade, observados na gestão corrente de seus negócios cotidianos. Esse conceito forçou a uma revisão sobre conhecimento prático e conhecimento científico, e Labor em 1993 já se utiliza do termo como uma

área de conhecimento.

O surgimento da Etnofísica foi importante para compreendermos que a Física é uma ciência intrínseca aos saberes populares. No entanto é necessário que esse campo seja mais estudado, pois para Veraszto e Carneiro (2023, p.2):

Estudos relacionados à etnofísica são escassos e, em grande parte, não se concentram na aplicação de uma abordagem humanizadora nas salas de aula, nem investigam processos de ensino-aprendizagem e suas potenciais influências. Com isso, cabe salientar que a etnofísica se trata de uma abordagem interdisciplinar que busca compreender como os conhecimentos tradicionais e culturais de diferentes grupos humanos estão relacionados com os fenômenos físicos do mundo natural.

Em outras palavras, a Etnofísica procura estudar os saberes físicos não formais, isto é, os conhecimentos culturais de uma determinada comunidade, que são adquiridos ao longo da vida, fora da escola, durante as vivências do cotidiano.

Segundo Anacleto (2014, p.16) “a Etnofísica nos ajuda a entender e estudar essa diversidade cultural e histórica nos diferentes contextos, gerando novas abordagens de tema, fazendo com que o educando se sinta parte do processo de ensino-aprendizagem”. É importante salientar que a Etnofísica tem seu foco na relação existente entre o conhecimento científico e o conhecimento prático.

Assim, como são poucas as pesquisas na área da Etnofísica na produção de farinha de mandioca, é válido ressaltar que a visão de autores acerca da Etnomatemática é condizente com esse estudo. Neste caso, D'Ambrosio (2002, pp. 22-23) destaca que “[...] a etnomatemática do cotidiano não é apreendida nas escolas, mas no ambiente familiar, no ambiente dos brinquedos e de trabalho, recebida de amigos e colegas”. O autor ainda defende que a Etnomatemática possui dimensões interligadas, que envolve a dimensão conceitual, dimensão histórica, dimensão cognitiva, dimensão epistemológica, dimensão política e dimensão educacional (D'AMBRÓSIO, 2002).

Desse modo, ao relacionar a Etnofísica à produção de farinha de mandioca, percebe-se que os saberes tradicionais desse processo refletem conhecimentos empíricos e culturais transmitidos entre gerações. Tais saberes envolvem princípios físicos e matemáticos presentes nas práticas cotidianas, valorizando o conhecimento popular e aproximando-o do saber científico, em consonância com a proposta da Etnomatemática.

3 METODOLOGIA

Para explorar as relações entre a Física e os saberes tradicionais na produção de farinha de mandioca no município de Santo Antônio dos Milagres, adotamos a pesquisa de campo, visto que a mesma é importante, pois possibilita que aconteça o contato direto com os sujeitos participantes e o objeto de estudo. Neste contexto, de acordo com Suertegaray (2002, p.3):

A pesquisa de campo constitui um ato de observação da realidade do outro, interpretada pela lente do sujeito na relação com o outro sujeito. Esta interpretação resulta de seu engajamento no próprio objeto de investigação. Sua construção geográfica resulta de suas práticas sociais.

A pesquisa de campo permitiu uma descrição e interpretação aprofundada e detalhada dos dados. Essa metodologia foi essencial para a compreensão da intrínseca relação entre a Física e a produção de farinha. Para a coleta de dados foi realizada uma investigação que envolveu observação participante, entrevista com duas agricultoras e registros fotográficos. A partir disso, tornou-se possível ter uma visão ampla acerca da relação entre os saberes culturais e a Física.

Durante a observação foi necessário inserir-se no contexto da produção de farinha, acompanhando o processo de fabricação. Foram escolhidos dois agricultores para a realização da entrevista, visto que os mesmos trabalham na produção manual de farinha de mandioca. O contato com os sujeitos participantes deste estudo foi facilitado devido à pesquisadora ter familiaridade com os moradores da cidade de Santo Antônio dos Milagres (PI).

Assim, foram acompanhadas todas as etapas do processo de fabricação da farinha de mandioca, da colheita até a torração. Para conhecer os saberes dos entrevistados acerca dessas etapas, aplicamos um roteiro de entrevista com a finalidade de explorar os conhecimentos dos agricultores sobre o processo de produção. O questionário abordou questões como: a experiência na produção de farinha de mandioca, o conhecimento sobre as etapas do processo, as ferramentas utilizadas e a importância da prática de produção da farinha de mandioca.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS

Neste tópico, são apresentados os processos de produção da farinha de mandioca, destacando os fenômenos físicos presentes nesse processo. Além disso, são incluídas as falas dos entrevistados sobre as diferentes etapas da produção, evidenciando seus conhecimentos etnofísicos. Ademais, são incluídas as falas dos entrevistados, que compartilham seus conhecimentos sobre todas as etapas da produção, desde a moagem até a torração. Esses depoimentos evidenciam como os agricultores aplicam conhecimentos etnofísicos, adquiridos por meio da prática e transmitidos de geração a outra.

4.1 FENÔMENOS FÍSICOS PRESENTES NA PRODUÇÃO DE FARINHA COM BASE NA PERCEPÇÃO DOS FARINHEIROS

A pesquisa com os moradores de Santo Antônio dos Milagres revelou que eles possuem conhecimentos informais sobre fenômenos físicos, transmitidos de geração em geração. Para entender como esses saberes são repassados, analisamos o processo de aprendizagem das técnicas de produção da farinha de mandioca.

Ficou evidente que essa cultura se faz presente na vida dos entrevistados desde muito cedo, conforme pode ser observado: *“Rapaz desde que nasci, quando eu nasci já tinha a casa do forno da minha mãe aí sempre acompanhei (Entrevistado 1)”*. Desse modo, é possível perceber que os saberes e fazeres do entrevistado são aprendidos desde o contexto da própria família, ou seja, é uma prática transmitida de geração em geração, que forma o seu conhecimento etnofísico.

Durante a pesquisa, foi possível perceber que os entrevistados possuíam o conhecimento necessário para produzir a farinha de mandioca, aplicando técnicas ricas em fundamentos físicos, observados ao longo de todo o processo de produção.

Foi possível analisar e interpretar os fenômenos físicos presentes na produção de farinha, além de compreender a percepção dos entrevistados sobre esses fenômenos. Os processos analisados foram: a descascagem, moagem, prensagem e torração. No processo de descascagem, observamos que a tradição é realizada exclusivamente por mulheres, que se reúnem para descascar as raízes, como mostrado na figura 1.

Figura 1 - Processo de descascagem.



Fonte: Autora da pesquisa, (2024).

Durante todo o processo de descascagem, observamos de forma direta que ocorrem os seguintes fenômenos físicos: atrito, força mecânica (compressão e tensão), fratura e deformação, e diferença de densidade. Esses fenômenos ocorrem de forma informal, mas são aplicados com eficiência e sabedoria pelas mulheres responsáveis por descascar as raízes da mandioca.

Júnior (2024) afirma que o atrito ocorre sempre que duas superfícies entram em contato. No caso das mulheres descascando as raízes de mandioca, o atrito ocorre entre a faca e a superfície da raiz, e a rapidez do processo depende da força aplicada, da textura da casca e da lâmina da faca. Além disso, a temperatura também influencia o processo de descascagem, pois as raízes frescas têm a casca mais difícil de ser removida, sendo descascadas no dia seguinte.

Durante o processo de descascar a mandioca, é aplicada força mecânica, utilizando-se o princípio das alavancas. Segundo Pereira (2019, p. 18), “a faca é considerada uma alavanca interfixa”. As mulheres utilizam a faca para remover a casca, realizando um movimento que segue esse princípio. De acordo com Vilanova, Ramos e De Abreu (2021, p. 6), “na alavanca interfixa, o ponto de apoio situa-se entre a força potente e a força resistente”. No contexto da pesquisa, o ponto de

apoio é a forma como a mulher segura a raiz de mandioca, com algumas utilizando o chão para apoiar raízes maiores e outras não necessitando de apoio para as raízes menores e mais leves. A força potente é exercida pelas mãos, que pressionam a faca, enquanto a força resistente é gerada pela resistência da própria raiz de mandioca ao movimento da faca. Observou-se que as mulheres demonstravam habilidade na condução da descascagem.

Outro processo importante é a moagem, que consiste em triturar as raízes de mandioca para extrair a massa, como ilustrado na figura 2.

Figura 2 - Processo de moagem.



Fonte: Autora da pesquisa, (2024).

Ao serem questionados sobre o equipamento utilizado para triturar a mandioca, os entrevistados deram as seguintes respostas: *“a máquina é o gerador, para ralar a mandioca”* (Entrevistado 1), *“o caititu vai e rala a mandioca”* (Entrevistado 1), e *“a máquina de ralar, o nome já diz, é para ralar a mandioca”* (Entrevistado 2). Observou-se que os entrevistados estão familiarizados com a máquina utilizada para triturar a raiz de mandioca, e constatou-se que esse serviço é realizado exclusivamente por homens.

Durante o processo de moagem das raízes de mandioca, observamos a aplicação de fenômenos físicos, como força de compressão e cisalhamento, atrito, fragmentação e mudanças na estrutura física. A compressão das raízes e o movimento de cisalhamento das lâminas do triturador resultam na fragmentação das

raízes, transformando-as em partículas menores e gerando como produto uma massa mais fina, como ilustrado na figura 3.

Figura 3 - Produto da moagem.



Fonte: Autora da pesquisa, (2024).

Observa-se que as raízes de mandioca foram trituradas, resultando na massa. Esse resultado ocorre devido à fragmentação, que altera a estrutura física da mandioca. O atrito converte parte da energia fornecida para a moagem em calor, amolecendo a raiz e facilitando a trituração. Após esse processo, a massa é lavada, como mencionado pelos entrevistados: “*Depois de ralada, vai lavar a massa para sair a goma*” (Entrevistado 1) e “*Depois que rala, a gente vai lavar a tapioca*” (Entrevistado 2). Observou-se que os entrevistados têm conhecimento sobre o processo de separação da tapioca da massa, o qual envolve os fenômenos físicos mencionados.

A moagem é uma das principais etapas na produção de farinha de mandioca, e os entrevistados demonstraram conhecimentos etnofísicos sobre esse processo. Ficou evidente que eles conhecem cada fase da produção, sendo que, em relação à moagem, os homens são os responsáveis por essa etapa, devido aos riscos envolvidos.

Outro ponto importante observado na pesquisa foi o processo de prensagem,

que envolve o uso da prensa. Os entrevistados relataram: *“Depois de ralada, vai lavar a massa para sair a goma, aí depois bota na prensa”* (Entrevistado 1), *“A prensa vai e bota a massa para enxugar”* (Entrevistado 1) e *“Tem a máquina de imprensar, que é a que usa mais”* (Entrevistado 2). Como mencionado, a prensa é amplamente utilizada na produção de farinha, sendo responsável pela extração do líquido da massa. A figura 4 ilustra a estrutura da prensa utilizada.

Figura 4 - Estrutura da prensa.



Fonte: Autora da pesquisa, (2024).

Observamos que a prensa utilizada é manual, com uma estrutura robusta e simples. Ela é empregada para extrair todo o líquido da massa de mandioca após os processos de descascagem e moagem. De acordo com Pereira (2019, p. 6), "a prensa é um sistema construído manualmente, geralmente sem conhecimentos teóricos da física". A estrutura da prensa usada pelos agricultores consiste em: base, que oferece estabilidade durante o uso; parafuso de pressão, responsável por aplicar pressão sobre a massa; placas de compressão (ou caixotes), utilizadas para colocar a massa, e a saída de líquido, que ocorre por meio de espaços nas placas de compressão que permitem a drenagem do líquido.

Na figura 5, observamos o funcionamento da prensa e os fenômenos físicos presentes.

Figura 5: Funcionamento da prensa.



Fonte: Autor da pesquisa, (2024).

Para funcionar, a prensa depende de trabalho manual, sendo nesse processo que ocorrem diversos fenômenos físicos. Ao observar seu funcionamento na produção de farinha de mandioca, identificou-se a presença do princípio de Pascal. Oliveira (2012, p. 66) explica que o Princípio de Pascal, segundo Halliday e Resnick, ocorre quando há uma variação na pressão aplicada a um fluido incompressível em um recipiente, sendo essa pressão transmitida ao longo de todas as moléculas do fluido e do recipiente. Outro princípio identificado é o das alavancas, em que o sujeito aplica força para girar o parafuso e gerar pressão sobre a massa, extraíndo o líquido. A quantidade de líquido extraído depende da força aplicada: quanto maior a força, mais rápida ocorre a remoção.

Segundo Pereira (2019, p. 27), “a prensa é uma alavanca inter-resistente cuja função é espremer a massa de mandioca, retirando todo o seu líquido, aproveitando a pressão exercida pela força aplicada pelo agricultor ao equipamento”. Foi observado que, após o processo de moagem, a massa é lavada, como relatado por um dos entrevistados: “*Depois de relada, vai lavar a massa para sair a goma, aí depois bota na prensa*” (Entrevistado 1). Ao analisar o uso do equipamento, nota-se a aplicação de uma ou mais forças. Ao girar o parafuso para comprimir a massa,

aplica-se um fenômeno físico denominado torque.

Nesse contexto, Pereira (2019, p. 31) explica que o torque é a “ação da força aplicada que gira ao redor de um eixo. Ou seja, ao exercer uma força sobre um corpo, essa força faz com que o corpo gire em torno de um ponto central, gerando um torque.” Fica claro que esse conhecimento é parte da cultura dos indivíduos participantes deste estudo. Mesmo sem formação acadêmica formal, os entrevistados demonstram saber exatamente a quantidade de força necessária para extrair todo o líquido da massa.

Sá, Pedrílio e Busnardo (2013), descreve o torque na seguinte equação:

$$T = - f \times d \text{ ou } M = - f \times d$$

Em que:

- T ou M (Torque ou Momento): Representa a quantidade de torque ou momento aplicado.
- f (Força): A força aplicada no objeto.
- d (Distância): A distância perpendicular do ponto de aplicação da força ao eixo de rotação.

O sinal negativo (-) indica a direção do torque ou momento, dependendo do sistema de coordenadas adotado.

Assim, Pereira (2019, p.31) explica que:

O torque ou momento da força, não é a força, mas sim a efetividade de uma força em causar rotação sobre um eixo e a distância é perpendicular entre a força e o eixo. Devido o efeito rotatório a fórmula é convertida negativamente, ou seja, se gira em sentido horário é (-) e já no sentido anti-horário é positivo (+).

Observou-se, durante o uso da prensa, que o agricultor girava o eixo no sentido anti-horário (Figura 5) para aplicar a força necessária para comprimir a massa. Para aliviar a pressão, o eixo era girado no sentido horário. Além disso, o agricultor inseriu uma barra de ferro no eixo, na posição horizontal, que funcionava como suporte para girá-lo. De forma intuitiva, o indivíduo desenvolve uma maneira de reduzir a força aplicada.

No caso da barra de ferro, o princípio da alavanca afirma que “quanto maior o braço de uma alavanca, menor o esforço necessário para mover um determinado peso” (PEREIRA, 2019, p. 31). Ficou claro que, mesmo sem conhecimento formal, o

agricultor desenvolveu uma forma de facilitar o uso da prensa. Isso evidencia que os conhecimentos etnofísicos fazem parte da vivência desses indivíduos, sendo aplicados de maneira intuitiva.

A última etapa na produção de farinha é a torração da massa. A esse respeito, os entrevistados relataram: *“Quando ela está enxuta, bota na prensa para enxugar, aí é a hora de peneirar e jogar no forno”* (Entrevistado 1); *“A gente bota quando ela está mole, aí vai secando. Depois, quando seca, a farinha já está pronta”* (Entrevistado 1); *“Para torrar, sempre é manual, não tem máquina”* (Entrevistado 2); *“Para torrar, usa-se um rodo de madeira. A pessoa pega o rodo e vai mexendo a farinha no forno até atingir o ponto”* (Entrevistado 2).

Na Figura 6, pode-se observar o momento da torração até a obtenção da farinha. Ficou claro que a torração é precedida por um longo processo e que esse procedimento é sistemático, ou seja, há uma sequência de etapas que deve ser seguida. Nesse contexto, os conhecimentos etnofísicos são aplicados de forma intuitiva.

Figura 6 - Processo de torração da massa de mandioca



Fonte: Autor da pesquisa, (2024).

No processo de torração, foi possível observar a presença de fenômenos físicos, como a transferência de calor (condução, convecção ou radiação). Segundo o site Mundo Educação (2024), a propagação de calor envolve o fluxo de energia

térmica entre sistemas termodinâmicos com diferentes temperaturas, ocorrendo por condução, convecção ou irradiação térmica. Durante a torração, o forno é aquecido de forma tradicional com restos de madeira, e o calor é transferido para a massa por meio desses fenômenos físicos.

Além disso, observou-se que o movimento contínuo do rodo para mexer a massa é fundamental, pois, se o movimento for interrompido, a massa queima, resultando em uma farinha de coloração escura, inviável para consumo ou venda. Também foi notado que o princípio da alavanca é aplicado novamente na movimentação do rodo, uma vez que é necessária certa força para realizar o movimento.

Pereira (2019, p. 18) classifica o rodo como uma “alavanca interfixa, em que o ponto de força está na mão do agricultor, que aplica sua força no cabo, denominado braço da alavanca”. Foi observado que, em uma das extremidades, há um pedaço de madeira retangular com dimensões aproximadas de 50 cm de comprimento por 18 cm de largura. Essa parte do rodo entra em contato com a farinha, realizando o movimento de “mexida”.

Além disso, a barra do rodo tem comprimento aproximado de 2 a 2,5 metros, permitindo que o indivíduo mantenha uma distância segura devido ao calor produzido pelo forno. Ficou claro que, de maneira inteligente, o agricultor constrói o rodo de forma que o ponto de apoio fica entre a força aplicada e a carga (a farinha). Assim, o trabalhador aplica uma força menor em uma extremidade, enquanto a extremidade oposta gera o movimento, promovendo uma torração uniforme.

Observou-se também que o forno possui placas de zinco, nas quais a massa é colocada para ser torrada. Essas placas aquecem rapidamente, facilitando o processo de transferência de calor. Como resultado, a farinha fica pronta em aproximadamente 2 a 3 horas.

Ao serem questionados sobre como sabiam o ponto ideal da farinha, os entrevistados responderam: *“Quando a massa está bem sequinha dentro do forno, já está torrada, porque se a pessoa pegar na massa e ela estiver macia, não está no ponto de tirar, pois isso é chamado de farinha morta”* (Entrevistado 2); *“A gente coloca quando ela está mole, aí vai secando. Depois, quando seca, a farinha já está pronta”* (Entrevistado 1). O ponto ideal da farinha, conforme mencionado pelos entrevistados, pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Ponto ideal da farinha de mandioca.



Fonte: Autor da pesquisa, (2024).

Esse processo de torração, além de ser guiado pela experiência dos agricultores, também envolve um controle constante da temperatura e da textura da massa. Durante a torração, o calor transferido pelas placas de zinco não só seca a massa, mas também altera suas propriedades físicas, como a consistência e o sabor. A habilidade de identificar o ponto exato da farinha, quando ela está pronta para ser retirada do forno, é uma demonstração clara do conhecimento etnofísico dos agricultores, que, mesmo sem formação técnica, conseguem distinguir as características visuais e táteis que indicam que a farinha atingiu a qualidade desejada.

Ficou evidente que os entrevistados possuem os conhecimentos necessários para o manuseio dos equipamentos, demonstrando habilidade em todas as etapas da produção da farinha de mandioca. Além disso, observou-se que, em cada fase do processo, há a aplicação intuitiva de fenômenos físicos, e esses saberes etnofísicos são transmitidos de geração em geração.

Também foi perceptível a participação coletiva durante todo o processo. Cada grupo tinha uma função específica: os homens ficavam responsáveis pelas tarefas mais “pesadas” e perigosas, como a colheita das raízes de mandioca, o transporte até a casa de forno, a moagem, a prensa (que exige força) e a torração. As

mulheres, por sua vez, eram encarregadas das tarefas mais “leves”, como a descascagem das raízes, a lavagem da massa para separar a tapioca e a peneiração da massa para a torração. Todo esse processo exige planejamento e organização, realizados de forma inteligente pelos agricultores.

4.2 RELAÇÃO ENTRE ETNOFÍSICA E A BNCC

Neste tópico, os fenômenos físicos identificados estão relacionados às habilidades da BNCC, além de serem vinculados às respectivas séries do Ensino Fundamental, ver quadro 1.

Quadro 1 – Fenômenos físicos identificados e sua relação com BNCC.

Ano do Ensino Fundamental	Fenômenos identificados	Habilidades da BNCC
7º Ano	Princípio de Pascal	EF07CI06
7º Ano	Princípio das alavancas	EF07CI01
6º Ano	Princípio do Torque	EF67EF08
7º Ano	Transferência de calor	EF07CI03

Fonte: Elaborado pela autora.

O princípio de Pascal, fenômeno físico identificado durante o uso da prensa, está presente no currículo do Ensino Fundamental, no ensino de ciências, conforme a BNCC. Esse conteúdo é fundamental para que os alunos compreendam como as forças e pressões atuam no mundo ao nosso redor. A BNCC (BRASIL, 2018) destaca que uma das competências do prevista na BNCC é "utilizar os conhecimentos de física para compreender os fenômenos naturais e tecnológicos, aplicando-os de forma crítica e responsável para a melhoria da qualidade de vida." Nesse caso, nota-se a importância desse conteúdo no Ensino Fundamental, e o mais interessante é que, por meio da Etnofísica, é possível perceber esse conhecimento na experiência prática dos agricultores durante a produção de farinha de mandioca.

No caso do princípio das alavancas, presente na produção de farinha,

identificamos que esse conceito também integra o currículo de Física do 7º ano, sendo de grande relevância. Isso porque permite ao aluno entender de maneira prática o funcionamento desse princípio. Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), os estudantes devem ser capazes de analisar e aplicar os princípios das alavancas, polias e planos inclinados, compreendendo suas vantagens em diversas situações e experimentos simples.

No que se refere à produção de farinha de mandioca, ficou evidente que o princípio das alavancas foi amplamente aplicado em todas as etapas do processo, o que destaca sua importância. Isso demonstra, ainda, que, mesmo sem o conhecimento formal, os agricultores utilizam esse princípio com habilidade. Além disso, identificamos o fenômeno físico conhecido como Princípio do Torque, que, de acordo com a pesquisa, integra o currículo de Física do Ensino Fundamental.

Em relação ao Princípio do Torque, a BNCC afirma que ele é essencial para que o aluno "compreenda as leis da dinâmica aplicadas a sistemas em equilíbrio estático e dinâmico, incluindo a análise de torque e momento de força" (BRASIL, 2018). Ou seja, no contexto do Ensino Fundamental, esse conteúdo tem grande relevância. No entanto, dentro da etnofísica, é evidente que esse fenômeno se manifesta no manejo da prensa, sendo que os indivíduos aplicam o conceito de forma intuitiva, mas eficaz.

Em relação ao fenômeno físico de transferência de calor, observa-se que é um conteúdo de grande importância, pois explica como o calor se espalha e suas diferentes formas de transferência. A BNCC destaca que esse conceito permite ao aluno "compreender os fenômenos térmicos, identificando os processos de transferência de calor (condução, convecção e radiação) e suas aplicações no cotidiano e nas tecnologias" (BRASIL, 2018).

O princípio do torque foi identificado no uso da prensa, durante o processo de prensagem da massa de mandioca. O indivíduo demonstrou o conhecimento necessário para aplicar uma quantidade menor de força, evidenciando como esses conceitos são importantes e facilitam o trabalho. É claro que, se o conceito de torque for apresentado de forma prática aos alunos do Ensino Fundamental, eles compreenderão melhor a Física, pois poderão observar diretamente sua aplicação.

Na produção de farinha de mandioca, é notável a aplicação prática de fenômenos físicos, como o princípio do torque. Vale ressaltar que, embora os agricultores da região não possuam formação escolar formal – com os mais velhos

não sendo alfabetizados e os mais jovens não tendo concluído o Ensino Fundamental –, é evidente que o conhecimento físico está presente em todas as etapas da produção. Eles aplicam esses conhecimentos de maneira sábia e eficaz, demonstrando como a experiência prática pode transmitir importantes conceitos científicos.

5 CONCLUSÃO

Essa pesquisa foi importante, pois revelou que os conhecimentos etnofísicos fazem parte da realidade do produtor de farinha de mandioca. Por meio deste estudo, foi possível perceber que diversos fenômenos físicos estão presentes em todas as etapas da produção da farinha e que todos esses fenômenos estão diretamente relacionados aos conteúdos abordados no Ensino Fundamental.

Em relação aos fenômenos físicos, foram identificados os seguintes: Princípio das Alavancas, Princípio de Pascal, Princípio do Torque e Transferência de Calor. Esses fenômenos foram claramente observados ao longo das etapas de fabricação da farinha de mandioca. Além disso, ficou evidente que esses conceitos eram aplicados de forma intuitiva, ou seja, são conhecimentos etnofísicos adquiridos por meio da experiência de vida.

Além disso, foi possível estabelecer uma relação entre os conhecimentos etnofísicos e os objetos de conhecimento de Física presentes na Base Nacional Comum Curricular, pois esses saberes estão diretamente ligados aos conteúdos abordados em sala de aula. Assim, ficou evidente que é possível alinhar os conhecimentos etnofísicos aos conteúdos ensinados, o que pode contribuir para melhorar o ensino e a aprendizagem de Física.

Este estudo demonstrou que a etnofísica é de grande relevância tanto para o ensino-aprendizagem de Ciência e Física quanto para a cultura local. No que diz respeito ao ensino-aprendizagem, a etnofísica contribui de maneira significativa, pois permite que o aluno perceba que a Física vai além da sala de aula e está presente em diversas situações do cotidiano. Quanto à cultura local, ficou evidente, nas falas dos entrevistados, a importância desses conhecimentos: *“Ela traz conhecimento e aprendizagem para as pessoas, e a cultura dos tempos antigos que a gente tem nunca vai acabar”* (Entrevistado 1); *“É uma tradição que traz fartura e dá dinheiro”* (Entrevistado 2).

Portanto, ficou evidente que os conhecimentos etnofísicos estão presentes na realidade dos produtores de farinha de mandioca e que os fenômenos identificados estão intrinsecamente relacionados às habilidades e conteúdos da BNCC. Dessa forma, percebemos a importância da etnofísica tanto na realidade dos sujeitos participantes deste estudo quanto no contexto dos conteúdos de Física do Ensino Fundamental.

REFERÊNCIAS

ANACLETO, Barbara da Silva. ETNOFÍSICA NA LAVOURA DE ARROZ. **Teses e Dissertações PPGEICIM**, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br>. Acesso em: 26 jan. 2025.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Etnomatemática: uma proposta para a educação matemática**. São Paulo: Editora da UNESP, 2002.

DIEGUES, Antônio Carlos. **O conhecimento tradicional e a educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2000.

MUNDO EDUCAÇÃO. **A propagação de calor**. 2024. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/radiacao-conducao-conveccao.htm>. Acesso em: 26 jan. 2025.

OLIVEIRA, Felipe Souza *et al.* Elevador hidráulico de baixo custo para estudo do princípio de pascal. **III ENECT**, p. 66.

PEREIRA, Suely Lima. **Etnofísica voltada para o estudo dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará**. Orientadora: Carla Giovana Souza Rocha. 2019. 37 f. Trabalho de Curso (Licenciatura em Educação do Campo) – Faculdade de Etnodiversidade, Universidade Federal do Pará, Senador José Porfírio, 2019. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br/server/api/core/bitstreams/2d33b2cc-7545-4ef2-85b3-d4283f51d237/content>. Acesso em: 26 jan. 2025.

PRUDENTE, José D. **Etnofísica: o saber tradicional e a física**. 2013. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SÁ. Alessandra Botignon de. PEDRÍLIO, Ana Vitória. Busnardo, Paola Martinelli. **Projeto De Física II – Alavancas**. Universidade Estadual Paulista-UNESP. Sorocaba - SP. 2013.

SILVA JÚNIOR, Joab Silas da. **"O que é força de atrito?"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-forca-atrito.htm>. Acesso em: 09 de dezembro de 2024.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Pesquisa de campo em Geografia. **Geographia**, v. 4, n. 7, p. 64-68, 2002.

SOUZA, Ednilson Sergio Ramalho de; SILVEIRA, Marisa Rosani Abreu da. Etnofísica e linguagem. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 23, p. 103-117, 2015.

VERASZTO, Estéfano Vizconde; CARNEIRO, Felipe Guimarães. Integração da física e cultura no ensino: perspectivas e projeções na busca pela etnofísica. **Revista de Estudos Aplicados em Educação**, v. 8, p. e20239142- e20239142, 2023.

VILANOVA, Raimundinha Nunes Gomes; RAMOS, Antonio Francisco; DE ABREU, Antonio Carlos Ferreira. EtnoMatemaTicas do Tipiti a partir da Percepção dos Artesãos de Santo Antônio dos Milagres-PI. **Journal of Mathematics and Culture**, June, 15(2), 2021. Disponível em: https://journalofmathematicsandculture.wordpress.com/wp-content/uploads/2021/06/152-article_8-1.pdf . Acesso em: 31 jan. 2025.