

Etnofísica dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará

Ethnophysic of the lever mechanisms used by farmers in the production of manioc flour, Senador José Porfírio, Pará

Suely Lima Pereira (suelipereira037@gmail.com)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Carla Giovana Souza Rocha (crocha@ufpa.br)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Marcos Marques Formigosa (mformigosa@ufpa.br)
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Resumo: O presente artigo discute sobre a valorização dos conhecimentos de agricultores e agricultoras familiares na concepção de explicações diferenciadas no ensino de Ciências nas escolas do campo. Para esse fim, foram estudados os equipamentos utilizados pelos camponeses na produção de farinha de mandioca, como as alavancas, e a identificação dos mecanismos das prensas. Foram realizadas observação participante e entrevistas semiestruturadas e abertas, junto a três famílias no município de Senador José Porfírio, Pará. Por meio da abordagem da Etnofísica, verificou-se que esses trabalhadores constroem as prensas de forma manual, adaptam e melhoram o funcionamento das alavancas, conforme o andamento de suas atividades. Esses saberes tradicionais são transmitidos de geração em geração, via oralidade, percepções e experiências vividas. Os agricultores explicam a manipulação dos instrumentos e relacionam o objetivo a ser alcançado e o esforço a ser poupado, escolhendo as dimensões, o formato e os tipos de materiais para construção da prensa, sem que possuam conhecimento teórico de física. Essas competências podem ser utilizadas nas aulas de Ciências, a partir da realização de observação e entrevistas com os pais ou comunitários, feitas pelos próprios estudantes, ao processar o reconhecimento do mecanismo de alavanca em diversos equipamentos, ferramentas ou movimentos do cotidiano, constatando as forças envolvidas e a maneira de aperfeiçoá-los.

Palavras-chave: Etnociências; Agricultura Familiar; Etnoconhecimentos; Ensino de Física.

Abstract: The article discusses the valorization of the knowledge of farmers and family farmers in the conception of differentiated approaches in science teaching in schools in the countryside. For this, we studied the equipment used by farmers in the production of cassava flour as the levers and identified the mechanisms of the presses. Participant observation and semi-structured and open interviews were conducted with three families in the municipality of Senador José Porfírio, Pará. From the ethnophysics approach, it was found that they construct the presses manually, adapt and improve the operation of the levers, according to the progress of their activities. This traditional knowledge is passed down from generation to generation, via orality, observations and lived experiences. Farmers explain the mechanisms in such a way that they relate the

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

objective to be achieved and the effort to be spared by choosing the dimensions, shape and types of materials for the construction of the press, without having theoretical knowledge of physics. This knowledge can be used in science classes, from observation and interviews to parents or community, made by the students themselves, making the detection of the lever mechanism in various equipment, tools or movements of daily life, identifying the forces involved and how it could improve them.

Keywords: Ethnoscience; Family Farming; Ethno-knowledge; Physics Teaching

1. INTRODUÇÃO

O curso de Licenciatura em Educação do Campo tem como objetivo promover um ensino diferenciado, no intuito de quebrar paradigmas que desvalorizam os conhecimentos dos povos tradicionais e negam o direito que eles têm de adquirir uma educação de qualidade, que leve em consideração as especificidades do campo (CALDART, 2011). Nos estágios supervisionados e nas atividades de pesquisa-ação dos tempos comunidades desse curso, desenvolvido na Universidade Federal do Pará, Campus de Altamira, analisou-se a falta de um currículo e de metodologias, na educação básica, que fizessem a relação entre a realidade vivida e os conteúdos curriculares.

De acordo com Henriques et al. (2007), os povos que vivem no campo têm direito a uma educação de qualidade que atenda e respeite seu modo de viver, de pensar e produzir. Nesse propósito, este trabalho visibiliza um dos vários conhecimentos que os agricultores e agricultoras familiares possuem, e dá pistas de como discuti-los no ensino de Ciências nas escolas que têm como público as comunidades camponesas, dada a falta de programas municipais de formação pedagógica continuada (TENÓRIO et al., 2019).

De acordo com Lévi-Strauss (1989, p. 30), os saberes dos povos tradicionais foram elaborados a partir do espírito científico que eles possuem, pois:

[...] para elaborar técnicas, muitas vezes longas e complexas, que permitem cultivar sem-terra ou sem água; para transformar grãos ou raízes tóxicas em alimentos ou ainda utilizar essas toxidades para a caça, a guerra ou o ritual, não duvidamos de que foi necessária uma atitude de espírito verdadeiramente científico, uma curiosidade assídua e sempre alerta, uma vontade de conhecer pelo prazer de conhecer, pois apenas uma pequena fração das observações e experiências (sobre as quais é preciso supor que tenham sido inspiradas antes e sobretudo pelo gosto do saber) podia fornecer resultados práticos e imediatamente utilizáveis.

Lévi-Strauss defende que essas populações são verdadeiros cientistas, e que por meio de suas experiências e experimentos foram desenvolvidos boa parte dos conhecimentos que utilizamos hoje em dia, como as técnicas de produção. A vivência desses povos e o ensino de Ciências da Natureza estão intrinsecamente relacionados,

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

uma vez que a agricultura tem como base os processos de coprodução sociedade e natureza, e, com isso, são os conhecimentos humanos sobre os processos ecológicos que viabilizam o manejo dos elementos do meio natural visando a produção agropecuária.

Ao contrário do que se pensa, na mente do agricultor tradicional existe um detalhado catálogo de conhecimentos sobre a estrutura ou elementos da natureza, as relações que se estabelecem entre eles, os processos ou dinâmicas e seu potencial utilitário (primeiro eixo). Dessa forma, o saber local abrange conhecimentos detalhados de caráter taxonômico sobre constelações, plantas, animais, fungos, rochas, neves, águas, solos, paisagens e vegetações, ou sobre processos geofísicos, biológicos e ecológicos, tais como movimentos da terra, ciclos de vidas, períodos de floração, frutificação, germinação, cio ou nidação, e fenômenos de recuperação de ecossistema (sucessão ecológica) manejo de paisagens (TOLEDO, 2015, p. 97).

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 agropecuária são diariamente mobilizados pelas famílias do campo, apesar de não serem concebidos pelos agricultores como fundamentação teórica de conceitos de Física.

A produção de farinha de mandioca é uma das atividades mais significativas no cenário ribeirinho, e serve para o consumo familiar e comercialização, sendo um elemento essencial na mesa dos agricultores e uma das principais dietas alimentares das famílias que vivem na região Norte. Além disso, é também fonte de renda para muitos familiares que conseguem um bom nível de disponibilidade, de força de trabalho entre parentes ou contam com a cooperação mútua de vizinhos e amigos na produção.

Os filhos dos agricultores conhecem o ofício desde muito cedo, no dia a dia das plantações, das colheitas, dos transportes e das casas de farinha, que na sua grande maioria é de produção artesanal e com a estrutura e equipamentos construídos pelos próprios camponeses. Muitos começam a ajudar os pais ainda crianças, em pequenas tarefas, observando-os no ambiente de trabalho. Vão, assim, aprendendo o ofício, pois, futuramente, darão continuidade ao sistema de produção. A escola do campo deveria promover o ensino contextualizado, no qual os etnoconhecimentos fariam parte desse ambiente escolar, por meio de uma sistematização, mediante atividades de pesquisa, ou de pesquisa-ação, envolvendo os agricultores e agricultoras no processo de ensino-aprendizado.

Visando sistematizar os conhecimentos etnofísicos, este estudo tem como destaque os mecanismos de alavanca utilizados no processo de produção da farinha de mandioca, por esta fazer parte da cultura ribeirinha do município de Senador José

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

Porfírio, Pará¹. Nesse aspecto, busca-se desvendar os saberes expressados pelos agricultores em suas “ciências”, aprofundando na ferramenta utilizada na fabricação da farinha, no caso, a prensa, no intuito de relacioná-los com a Física, especificamente na área que compreende a mecânica nos princípios básicos ligados aos conceitos de força e equilíbrio, relacionados ao trabalho manual utilizado nos mecanismos das alavancas.

Há, no Brasil, uma ampla discussão em torno do ensino da Física, visualizado no interior de sua larga existência e materializado em eventos, oficinas, projetos, livros e etc., mas que, segundo Moreira (2018, p. 80), “paradoxalmente [...] está em crise, desatualizado, minimizado, desvalorizado”, com primazia para um ensinamento tradicional, pautado na mecânica clássica.

Recentemente, umas das tendências no ensino de Física que tem se preocupado com esses apontamentos feitos pelo autor é a Etnofísica. Para Anacleto (2007), o termo tem conexão com o conceito de etnometodologia, que evidencia as diferenças entre conhecimento prático e científico.

Prudente (2013, p. 2), por sua vez, diz que “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, conforme remete o termo *etno*. Para o autor, esse vocábulo “tem uma abrangência significativa e refere-se a grupos culturais identificáveis, inclui memória, códigos e símbolos” (p. 5), como os agricultores, produtores de farinha de mandioca, em Senador José Porfírio, Pará.

Segundo Souza e Silveira (2015), a Etnofísica é um tipo de saber que existe à margem do que é 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 físico por ser um conhecimento que “funciona bem”, já que pode fundamentar explicações e tomada de decisão sobre a realidade. Em outras palavras, é uma sabedoria popular relacionada ao mundo real das práticas dos povos camponeses e construída a partir de suas experiências e experimentos.

Anacleto (2007) indica que a Etnofísica busca a física que usamos, mesmo não sabendo, ou seja, aquela que crianças, adolescentes e adultos se apropriam de forma intuitiva, em suas práticas diárias, sem levar em consideração que um simples movimento que inclui velocidade, tempo, distância, numa brincadeira de criança, tem ângulos, lançamento vertical, horizontal e oblíquo. A Etnofísica procura associar essas

¹ O município de Senador José Porfírio fica localizado na região oeste do estado do Pará, às margens do Rio Xingu, e é o único município brasileiro que tem um território descontínuo. Possuía, em 2010, uma população de 13.045 habitantes, desses, pouco mais de 50% residem na área rural (IBGE, 2010).

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

outras “físicas” com a Física da academia e centros de pesquisa, pois, mesmo entre adultos escolarizados, há uma enorme discrepância entre a física involuntária (uma investigação espontânea, abstrata, sensitiva) e a Física formal (uma ciência que estuda fenômenos concretos, palpáveis, materializáveis); e, entre um ser urbano e outro rural. Também podemos pensar em termos de teoria e ação, no universal e no local:

É nesse contexto de universal e local que pensamos falar em Etnofísica. Universal porque temos um sistema geral de teorias, leis e princípios sobre os fenômenos naturais e tecnológicos bem estruturados pelo homem histórico ao longo dos tempos, o qual chamamos nas escolas e universidades de Física. Local porque, como veremos adiante, esses mesmos princípios, leis e teorias estão presentes nas palavras e ações de grupos tradicionais, mas com suas regras, linguagens e códigos particulares, que nem sempre coincidem com o código geral, tal como argumenta Lévi-Strauss (2008). A esse sistema de conhecimento local sobre o mundo físico é que podemos chamar de Etnofísica (SOUZA; SILVEIRA, 2015 p. 32).

Mediante esses apontamentos iniciais, e ponderando as vivências realizadas no decorrer do processo formativo no interior do curso de Educação do Campo, supracitado, este artigo objetiva estudar os mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção de farinha de mandioca, com o intuito de identificar os conhecimentos etnofísicos envolvidos, além de apresentar propostas didáticas para uso nas escolas do campo, oferecendo ideias e possibilidades de como inserir os saberes do cotidiano da agricultura familiar no ambiente da sala de aula, a partir do ensino de Ciências.

1.2. METODOLOGIA

Optou-se por uma abordagem qualitativa, na qual, além da geração de dados por meio de entrevistas semiestruturadas, foram feitas observações participantes, com gravações de áudios, fotos e vídeos. Segundo Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 26) a pesquisa qualitativa:

Considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Os lócus da investigação foram as propriedades de três famílias de agricultores, que ficam localizadas nos projetos de assentamento Arapari e Castanheira Dois, próximos da sede do município de Senador José Porfírio, estado do Pará. Houve a

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

inserção da observação participante no contexto das famílias que trabalham na fabricação da farinha de mandioca, acompanhando suas rotinas durante dois dias.

Essas comunidades foram selecionadas pela característica camponesa, constituída principalmente por agricultores familiares, ribeirinhos e pescadores. Atualmente, com o avanço populacional, muitas famílias têm vendido suas propriedades para morar na cidade, e, assim, a economia que antes era baseada essencialmente na atividade agrícola, está cedendo espaço para a pecuária bovina extensiva. Outro fator que influenciou na escolha da comunidade foi porque parte das famílias que reside na comunidade trabalha na produção manual de farinha de mandioca.

As três famílias foram assim denominadas: Família 1, Família 2 e Família 3, ou, em alguns momentos, F1, F2 e F3. Os entrevistados são agricultores, do sexo masculino, possuem entre 37 (trinta e sete) e 43 (quarenta e três) anos de idade e laboram na produção de farinha de mandioca desde crianças. O primeiro contato ocorreu no dia 13 de outubro de 2018, no sítio da Família 1. Nesse diálogo, foi realizada a observação e o acompanhamento de todas as etapas do processo de fabricação da farinha de mandioca, da colheita até a torração. O segundo contato com a Família 1 ocorreu no dia 19 de março de 2019, e, junto às Famílias 2 e 3, no dia 05 de maio 2019, com a realização das entrevistas.

Essas conversas tiveram como finalidade conhecer aspectos do funcionamento e construção da prensa, assim como, os saberes envolvidos. Para isso, criou-se questões sobre: a construção dos conhecimentos sobre prensa (origem e aprimoramentos); a montagem das prensas (materiais utilizados, classificações de tipos de prensas, dificuldades, experiências adquiridas ao longo do tempo) e os mecanismos de funcionamento das prensas, explicados pelos agricultores. Todos os diálogos foram transcritos integralmente, respeitando os traços orais dos interlocutores da pesquisa.

Para a análise dessas questões, inicialmente foram verificadas as práticas de produção da farinha de mandioca realizadas pela família 1, e partir delas foram incorporadas a função e características dos equipamentos utilizados em cada etapa, com destaque para as prensas. Em um segundo momento, foram analisados em que as famílias 2 e 3 diferenciavam ou complementavam em relação à família 1, seja em termos das práticas e equipamentos. Por último, foram incorporadas as falas, que explicam a origem e dinâmica dos conhecimentos, as explicações e justificativas para o uso das práticas e equipamentos utilizados.

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, serão abordados os mecanismos de alavanca utilizados pelos agricultores na produção de farinha de mandioca e os elementos que constituem esses equipamentos, representados pelo ponto de apoio, força potente e forças resistentes próprias de seu funcionamento. Em seguida, detalhar-se-á o desempenho da prensa, mediante a explicação dos próprios camponeses, que mostram como as engrenagens e outros instrumentos são manipulados. Por fim, discutir-se-á a relação dessa estrutura, por eles construída, com a Física e o ensino de Ciências.

3.1. MECANISMOS UTILIZADOS PARA O FUNCIONAMENTO DE UMA ALAVANCA

O mecanismo usado para o funcionamento de uma alavanca, por exemplo, necessita de um conjunto de três elementos: o ponto de apoio ou ponto fixo, força potente e força resistente (SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013). O ponto de apoio (PA) é a estrutura na qual a alavanca pode girar; a força potente (FP) aplicada tem como finalidade mover o objeto, ou seja, sustentar, levantar e equilibrar, etc.; e, a força resistência (FR) é o peso do instrumento que se pretende movimentar, ou seja, força exercida pela peça que se quer movimentar, sustentar, levantar e equilibrar etc. Assim:

Alavanca, máquina simples que consiste normalmente em uma barra rígida móvel em torno de um ponto fixo, denominado fulcro ou ponto de apoio. O efeito de qualquer força aplicada à alavanca faz com que esta gire em relação ao ponto de apoio. A força rotativa é diretamente proporcional à distância entre o fulcro e a força aplicada (SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013, p. 3).

De acordo com esse princípio, também é possível classificar uma alavanca em três tipos: interfixa, inter-resistente e interpotente. As alavancas que são consideradas interfixas possuem o ponto de apoio (PA) ou ponto fixo entre a força potente (FP) e a força resistente (FR). Já as inter-resistentes, a resistência está entre o ponto de aplicação da potência e o ponto de apoio (PA). E as interpotentes está com o ponto de aplicação da potência entre o ponto de resistência e o ponto de apoio (PA). Essas especificações e formas de posicionamentos da alavanca com o ponto de apoio (PA) têm como propósito obter o equilíbrio. Conforme Sá, Pedrílio e Busnardo (2013, p. 7), “o equilíbrio do corpo é quando a força resultante e o momento resultante de todas as forças que atuam sobre ele for igual a zero”. Logo após, mostraremos alguns tipos de funcionamento dessas alavancas.

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

Como exemplo de *alavanca interpotente* temos o remo, usado para mexer a farinha. Primeiro, vamos considerar que uma das mãos do agricultor é o ponto de apoio (PA), ou ponto fixo, e a outra mão exerce uma determinada força para realizar o movimento, ou seja, força potente (FP), e, nesse caso, a força que deve ser vencida é a massa de mandioca no forno, então, a força resistente (FR) está na parte do remo que proporciona o movimento da massa na torração da farinha (Figura 1).

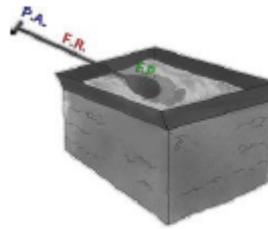


Figura 1 - O remo como alavanca interpotente. **Ilustração:** @joakabarro, adaptado de Suely Pereira (2019)

Na Figura 2, exibimos o rodo como exemplo de *alavanca interfixa*, em que o ponto de força está na mão do agricultor que impulsiona o cabo, denominado de braço da alavanca; o ponto de apoio (PA) ou ponto fixo está no encaixe dos dois pedaços de madeira, ou seja, a junção do cabo com um pedaço de tábua. A força resistente (FR) está na parte da madeira que realiza o movimento da massa no forno.

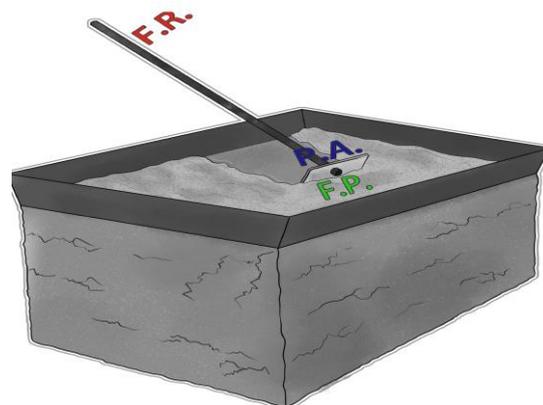


Figura 2 - O rodo como alavanca interfixa. **Ilustração:** @joakabarro, adaptado de Suely Pereira (2019)

Na Figura 3, apresentamos o carrinho de mão como um exemplo de *alavanca inter-resistente*; em virtude da força a ser vencida, a força resistente (FR) está localizada no meio do carrinho, ou seja, os sacos de raiz de mandioca; a força potente (FP) está no

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

cabo em que o agricultor aplica a força, e o ponto de apoio (PA) está na roda na qual o agricultor transporta as raízes fazendo o mínimo de esforço possível para carregá-las.



Figura 3- Carrinho de mão como alavanca inter-resistente. **Ilustração:** @joakabarro, adaptado de Suely Pereira (2019)

A Figura 4 é outro exemplo de *alavanca inter-resistente*, utilizada na prensa. Nela, a força a ser vencida, ou força resistente (FR), está localizada no meio da prensa, onde é colocada a massa da mandioca a ser espremida; a força potente (FP) está no braço de madeira, em que o agricultor aplica uma força qualquer (em vários momentos distintos), para que a massa seja espremida, e o ponto de apoio (PA), por sua vez, está no encaixe das peças de madeira.

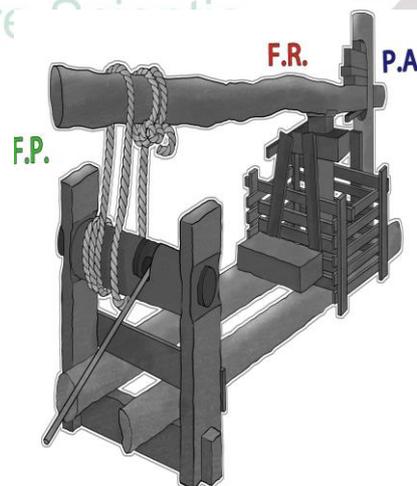


Figura 4 - Prensa como exemplo de alavanca inter-resistente. **Ilustração:** @joakabarro, adaptado de Suely Pereira (2019)

Essas ilustrações revelam algumas das aplicabilidades da Física em uma das atividades cotidianas dos agricultores, a produção da farinha. Em seguida, salientamos

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

como os agricultores criaram suas estratégias, sem domínio teórico de conceitos de Física, para construir esses instrumentos de trabalho.

3.2 OS ETNOCONHECIMENTOS SOBRE OS MECANISMOS DE ALAVANCAS USADOS NAS PRENSAS DAS CASAS DE FARINHA

Os agricultores e agricultoras constroem máquinas, confeccionadas geralmente de madeira, que possuem alta resistência e não quebram com facilidade, como as alavancas, que são usadas no cotidiano para beneficiar o trabalho, e têm a função de aumentar a força exercida sobre um determinado objeto.

Conforme a Figura 4, podemos encontrar as alavancas na prensa, que é um dos equipamentos presentes na casa da farinha, e que tem o papel de espremer a massa de mandioca, retirando todo o seu líquido (o tucupi), por meio da pressão exercida pela força humana aplicada ao maquinário, e que é gradativamente aumentada para desempenhar a função de comprimir a massa que está dentro de um caixote de madeira, fazendo com que o líquido contido nela seja eliminado, e, assim, poder ir ao fogo no forno à lenha.

As Figuras 5 e 6 exibem as prensas de madeira fabricadas manualmente, e um cocho, do mesmo material, com a massa da farinha para ser prensada.



Figura 5 - O modelo da prensa da F1



Figura 6 - O modelo da prensa da F2

Fonte: Suely Pereira (2019)

Esse equipamento rústico é construído pelos agricultores com matéria-prima encontrada em suas propriedades, mediante os conhecimentos tradicionais transmitidos por seus familiares, por intermédio de suas experiências e observações. Isso fica

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

explícito nas falas dos agricultores, quando indagados a respeito de como aprenderam a confeccionar esse equipamento.

A prensa, assim, eu aprendi vendo. Meu pai fez. A primeira vez que ele fez, fiquei assim, falei eu dou conta de fazer. Já fiz umas cinco. Observei e fiz, eu creio que quem me ensinou foi meu pai, por que foi ele que vi fazendo a primeira vez (Agricultor da F1, 2019).

Rapaz, eu aprendi com meus pais, desde quando me entendi já mexia com farinha de mandioca, fui pegando a prática com eles, foi com eles que eu aprendi pai, mãe e irmãos (Agricultor da F2, 2019).

Cabe salientar que o agricultor da família F3 não construiu sua prensa, pagou para um vizinho fabricá-la, mas, ainda assim, considera que saberia montá-la, caso precisasse.

Percebe-se, na fala dos camponeses, que o conhecimento é transmitido através da observação e da oralidade. Quando o pai, ou a mãe, chama os filhos e filhas para ajudarem em pequenos afazeres do seu dia a dia, ocorrem as trocas de saberes e formação de habilidades, a partir das práticas realizadas e raciocínios estabelecidos. Ao mesmo tempo que a criança vai ajudando seus pais, igualmente vai apreciando como se trabalha ou realiza cada função na prática. Esse é um método de fundamental importância, usado pelos agricultores para ensinar certas tarefas aos seus filhos e filhas, mantendo vivos seus saberes, costumes e tradições.

Essa maneira de educar, na maioria dos casos, faz com que os filhos sigam os passos de seus pais, herdando não só o trabalho destes, mas também suas técnicas de produção e sua “experiência”. Esses conhecimentos conquistados abrem novos caminhos para outras gerações, que vão pôr em prática todo esse legado de saberes recebidos, sem deixar de adquirir o novo e aperfeiçoar alguns métodos por meio de testes, de novos experimentos e de suas habilidades. Todo esse conjunto de informações é desempenhado até o alcance do que eles e elas realmente almejam, e que suprem suas necessidades. Tal constatação fica evidenciada quando o agricultor faz o seguinte relato:

Meu pai quando fez a primeira, esse pedaço aqui, ele fez bem no meio, esse pedaço bem grandão para cima, eu perguntei: - papai, porque isso bem grandão? Para não rachar, meu filho; - tem perigo de rachar, papai? Tem, meu filho. Esse buraco bem grandão pegava um bocado de calço, eu ficava zangado quando eu ia pensar, caía os calços² no chão, ficava caindo; eu falei, quando eu fizer uma não vai ter isso, deixa que a próxima eu vou fazer. Deu bug lá na prensa, não prestou mais; eu fiz a outra. Eu não fiz mais igual à outra, a parte do pé da madeira, não peguei, já peguei a parte do galho que é entrelaçado, deixei a parte de nó, deixei mais curto, não deixei mais de metro para cima, só um pedaço bem pequeno. Meu pai falou - acho que isso não vai

² Pequenos pedaços de madeira que servem para regular o “varão” da prensa

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

prestar meu filho. Respondi: - Mas vamos tentar. Peguei, coloquei assim, já mudei isso, já o buraco era grandão, peguei, marquei, furei mais ou menos, cortei o pau certinho para não pegar muito calço em cima e embaixo. Eu achei muito melhor não precisar mais de tanto calço em cima e embaixo, a que meu pai fazia pegava muito calço para ficar a altura certa. Depois, fiz essa uma, eu vi que ficou bom, não ficou melhor porque fiz com base na outra, ela ficou muito alta, com peça suspensa. Já as outras que eu comecei a fazer peguei base, comecei a medir as peças, tirando o nível da terra, foi ficando melhor e modernizado (Agricultor da F1, 2019).

Nota-se, nessa descrição, que, por meio da experiência e experimentos envolvendo pai e filho, o equipamento construído por eles sofreu alterações para um melhor funcionamento. Nesses aperfeiçoamentos, uma série de conhecimentos sobre as características dos materiais utilizados, a estrutura e performance da prensa foram aprendidos. A matéria-prima usada na construção, de acordo com o agricultor, é praticamente só madeira das espécies acapu (*Vouacapoua americana*) e itaúba (*Mezilaurus itauba*), por motivo das duas categorias serem bastante resistentes ao contato direto com água. O agricultor não utiliza parafusos ou pregos, pois, são pedaços de pau que são furados e encaixados um no outro. A única parte que possui prego é o caixote onde é colocada a massa para ser prensada. Outros instrumentos usados são o cabo de fibra e um pedaço de ferro.

Quando questionados sobre como funciona o mecanismo da prensa, os agricultores respondem:

Exemplo, ela tá com massa dentro, ela funciona da seguinte forma: é só girando aquele ferro, girando ele, ele vai apertando para baixo, entendeu? Tem que passar este cabo, tem que dar pressão para enxugar a massa, conforme roda ali, prensa lá. Naquele pedaço de madeira tem um buraco nele, aonde é encaixado o ferro, a gente torce aqui, o ferro, ele segura o cabo de tela, a gente engata ele e roda ele para segurar, para rodar e para a massa secar (Agricultor da F1, 2019).

Bota a massa lá. Levanta esse pau, bota uns toco lá embaixo, vai e roda aqui, para ela ir acochando aqui, no caso, quando acochar aqui, a massa vai ser espremida lá. Mete o pau e roda, para ela ir acochando, esse cabo de aço vai rolando, dando o acocho na massa (Agricultor da F2, 2019).

Os camponeses detalham, mesmo que de forma intuitiva, por não terem domínio teórico, um ramo da física que estuda o equilíbrio e os movimentos dos corpos submetidos à ação de uma ou mais forças. Ao analisar a fala: “*e só girando aquele ferro, girando ele, ele vai apertando para baixo*”, nota-se que ele está falando do torque (T), ou seja, momento da força, que é: ação da força aplicada que gira ao redor do eixo, ou seja, se exercermos uma força sobre um corpo, ela faz com que esse corpo gire em torno de um ponto central, gerando um torque, conforme observamos na Figura 7:

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

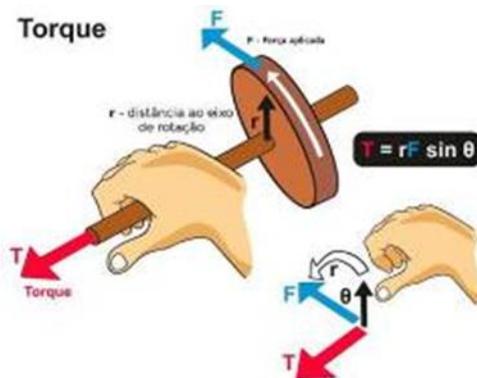


Figura 7 – Ilustração do torque. Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/torque-uma-forca.htm>.

Sá, Pedrílio e Busnardo (2013) descrevem que o método para se calcular o torque (T) é por meio da multiplicação da força (f), gerada pelo braço da alavanca (d), conforme a equação (1):

$$T = -f \cdot d \text{ ou } M = -f \cdot d \quad (1)$$

O torque (T) ou momento da força (M), não é a força em si, mas, a efetividade que uma força tem em causar rotação sobre um eixo, mediante uma distância perpendicular entre a força e o eixo. Devido ao efeito rotatório, a fórmula é convertida negativamente, ou seja, se gira em sentido horário, é negativa ($-f$), e no sentido anti-horário, é positiva (f).

Pelas explanações, e conforme constatado *in loco*, fica ainda mais evidente o conhecimento que esses agricultores possuem sobre mecânica, quando, em uma única prensa, ele faz uso de duas alavancas, para facilitar seu trabalho, gastando pouca energia e produzindo mais farinha em menor tempo.

Os camponeses usam a física de forma involuntária para adquirir uma vantagem mecânica sobre o mecanismo da prensa, expressa pela seguinte equação (2):

$$\text{Vantagem mecânica (Vm)} = \frac{\text{braço de esforço}}{\text{braço de resistencia}} \quad (2)$$

Quando os agricultores unem os três mecanismos, conseguem, cada vez mais, multiplicar sua força realizando o mínimo de esforço possível. De acordo com André,

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

Pedrilho e Busnardo (2013, p. 25), “quanto maior o braço da alavanca, menor é a força aplicada necessária para manter certo peso em equilíbrio”.

Pode ser contemplado, na Figura 8 (A, B e C), que os agricultores usam a engenharia mecânica para poder movimentar o mecanismo da prensa. Na figura 8A, o camponês usa uma alavanca *inter-resistente* para multiplicar sua força, mas ele percebe que ainda está fazendo um alto esforço, então instala a polia (8B).

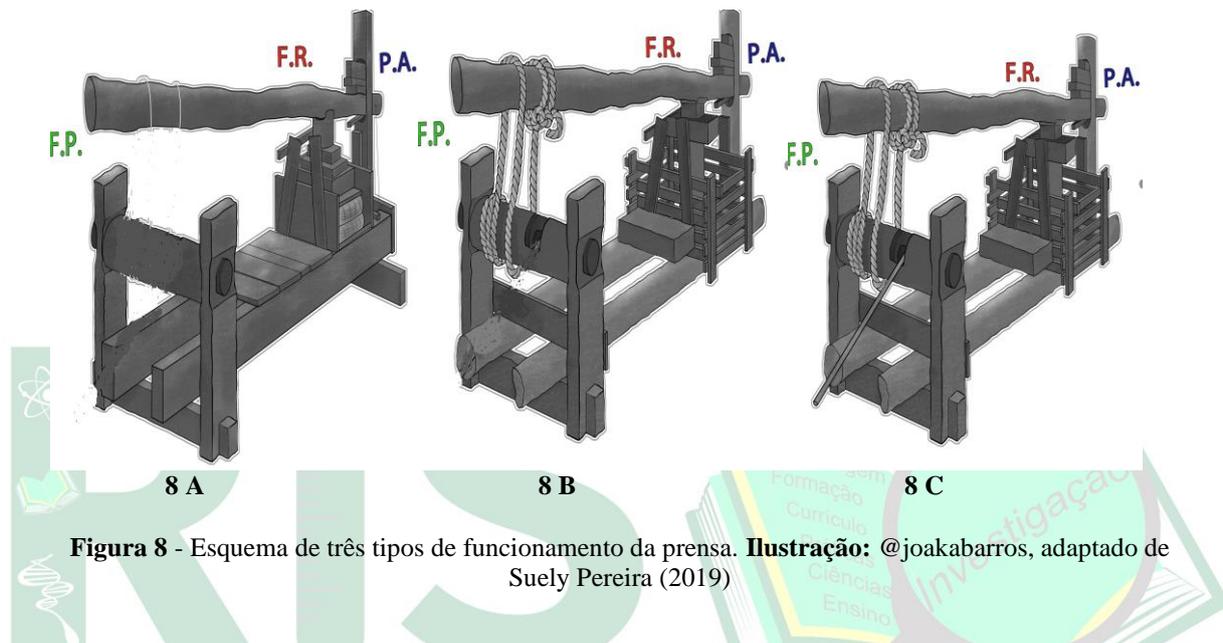


Figura 8 - Esquema de três tipos de funcionamento da prensa. **Ilustração:** @joakabarrros, adaptado de Suely Pereira (2019)

Na Figura 8B, a polia está acrescentada ao equipamento para movimentar o braço da alavanca, e o agricultor nota que pode reduzir ainda mais esse esforço, então insere outra alavanca para movimentar a polia (8C). Esses três mecanismos funcionam simultaneamente, multiplicando e transmitindo a força do agricultor para a alavanca. Observa-se, passo a passo, o camponês aplicando a força no ferro, ou seja, no braço da alavanca, no sentido para baixo. Essa alavanca move a polia, transmite essa força para o outro braço, fazendo o mesmo movimento para baixo, exercendo uma pressão na caixa onde está a massa da mandioca. Assim:

Uma polia, dispositivo mecânico de tração ou elevação, formado por uma roda montada em um eixo, com uma corda rodeando sua circunferência. A roda e seu eixo podem ser considerados tipos especiais de alavanca. Com um sistema de polias móveis, é possível levantar grandes pesos com muita pouca força (SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013, p. 4).

O agricultor da Família 1 informou que futuramente pretende fazer alterações em sua prensa, uma vez que esta mede apenas dois metros de comprimento; planeja aperfeiçoar o equipamento, acrescentando mais dois metros, na perspectiva de “ficar melhor e mais prático de mexer”.

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

3.3 ECOLOGIA DE CONHECIMENTOS: SABERES TRADICIONAIS E CIÊNCIA

A questão inicial é: como se produz um conhecimento? Seja científico ou tradicional, primeiramente é necessário que se deixe esclarecido nos processos educacionais, como no ensino de Física, que o conhecimento é algo produzido, tem uma história, que não se resume a uma aplicabilidade técnica e que é fruto de cosmologias ou concepções sobre o mundo, as coisas, a vida, a sociedade (MORIN, 2010). Morin apresenta o pensamento complexo e a transdisciplinaridade como concepções que contribuem para a “religação dos saberes”. Almeida (2010) reforça a visão de Morin e a perspectiva de uma “ecologia dos conhecimentos” para construção da ciência da complexidade por meio da religação das áreas e dos saberes, explicitando que a ciência é uma expressão da cultura, que se alimenta dos saberes tradicionais, sendo dinâmica, assim como a tradição.

Santos e Meneses (2010, p. 61) trazem para o campo do descolonizar o saber e o poder, e propõem a concepção de “ecologia dos saberes”, que recorre à tradução intercultural ao compreender que: “embebidas em diferentes culturas ocidentais e não-ocidentais, estas experiências não só usam linguagens diferentes, mas também distintas categorias, diferentes universos simbólicos e aspirações de uma vida melhor”.

Morin (2002) apresenta a necessidade de articular ou religar as disciplinas para “dar-lhes vitalidade e fecundidade” (p. 33), por meio de um olhar sistêmico, e ainda acrescenta na discussão sobre a aprendizagem da religação:

Creio que esse momento de religar e problematiza caminham juntos. Se eu fosse professor, tentaria religar as questões a partir do ser humano, mostrando-o em seus aspectos biológicos, psicológicos, sociais. Desse modo, poderia acessar as disciplinas, mantendo nelas a marca humana e, assim, atingir a unidade complexa do homem (MORIN, 2002, p. 67)

No ensino da Física, além de ter em vista a superação da aprendizagem mecânica que “não leva em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes” (MELLO, 2011, p. 40), a contextualização remete à demarcação histórica dos conhecimentos científicos e a aproximação e religação com os saberes tradicionais, superando dicotomias e o mito da modernidade, como Morin e Carvalho (2010, p. 16) prefaciaram:

Afinal, a ciência não é nada mais do que o mito da modernidade por excelência. Esse ajuste de contas requer a construção de uma antropologia simétrica composta por um conjunto de experimentos de incertezas, uma mistura de híbridos capaz de recompor laços sociais, restaurar a democracia da pólis, fortalecer o diálogo intercultural.

Morin (2002, p. 80) parte da afirmação que “é necessário ensinar que todo conhecimento é tradução e reconstrução”, ou seja, para aprender, deve-se oferecer

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

possibilidades para o estudante se “situar e contextualizar” e gerar conhecimentos (p. 85). Ao tratarmos de ensino de Física em escolas do campo, a articulação entre conhecimentos da ciência e os saberes da tradição potencializa a aprendizagem, valorizando a cultura e as identidades locais.

O educador tem papel fundamental nesse processo, uma vez que interligará ou propiciará um diálogo entre o conhecimento científico e o tradicional. Para tanto, precisa desenvolver metodologias diferenciadas que proporcionem ao educando trazer para dentro da sala de aula os conhecimentos individuais e também os coletivos do qual faz parte. Por exemplo, quando for trabalhar a mecânica no ambiente da sala de aula, deve escolher uma atividade do sistema de produção mais utilizado na comunidade ou localidade, e, a partir disso, inserir os fundamentos físicos e aproveitar os saberes intuitivos que o aluno possui quanto àquele mecanismo, acrescentando os princípios e teorias físicas.

Na maioria das vezes, esse docente não necessita de muitos recursos, podendo utilizar um método bem simples, como um desenho ilustrativo dos equipamentos em uma folha de papel, ou, se o material for de fácil manuseio, como no caso de uma alavanca simples, pode ser levado para dentro da sala de aula, e, assim, possibilita a explicação apenas dos conceitos físicos e de parte do desempenho daquele objeto, pois o educando já faz uso desse instrumento no seu dia a dia, ou seja, ele sabe como funciona.

Outro exemplo, dentro desse contexto, é a utilização, uso e funcionamento da enxada, saberes dominados pela maioria dos estudantes do campo. O professor pode aproveitar todo esse conhecimento prévio dos educandos sobre o mecanismo e adentrar nas teorias físicas e nos cálculos e, com isso, agregar o princípio científico a outros valores.

Os conhecimentos dos educandos, de seus pais e familiares, ou vizinhos, podem ser sistematizados por meio de observações e entrevistas, construção de narrativas sobre os saberes tradicionais, as formas de classificação e usos no cotidiano. Nessas pesquisas, junto aos pais e comunitários, os estudantes podem fazer a detecção do mecanismo de alavanca em diversos equipamentos, ferramentas ou movimentos do cotidiano, identificando as forças envolvidas e como poderiam aperfeiçoá-los. Como assinala D´Ambrósio:

O cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios à sua cultura (D´AMBRÓSIO, 2019, p. 24).

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

Outra estratégia, que pode contribuir nesse processo, seria trazer os agricultores e agricultoras para participarem do processo de ensino-aprendizado dos estudantes por meio de rodas de conversa, visitas aos estabelecimentos agrícolas, exposição de seus conhecimentos e de suas opiniões. Cabe ao educador e educando fazer relação com os conteúdos curriculares, abordando-os de forma contextualizada, referenciada nas questões socioambientais e culturais intrínsecas a cada realidade. Como enfatiza D'Ambrósio (2019, p. 20), "ao compartilhar conhecimento e compatibilizar comportamento estão sintetizadas as características de uma cultura", no caso, a cultura camponesa de uma família ou comunidade.

3. 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção de farinha de mandioca são diversos e presentes em variados instrumentos e equipamentos. A prensa é o principal equipamento utilizado e fabricado pelas próprias famílias camponesas, fruto do conhecimento tradicional e do aperfeiçoamento por meio da experiência individual e coletiva. Foi visto a oralidade como meio para reprodução do saber da tradição.

A identificação dos diversos conhecimentos etnofísicos envolvidos na produção de farinha evidenciaram a aplicação das leis da física no cotidiano dos camponeses articulada com seus conhecimentos sobre a natureza, fruto do aprendizado e do processo contínuo de avaliação dos acertos e erros.

As propostas de abordagem dos etnoconhecimentos nos processos educacionais formais partem de uma discussão mais ampla sobre o conceito de ciência e o processo de construção do conhecimento científico. Em torno dessas questões é fortalecido o reconhecimento da importância de diálogo com os saberes da tradição, portadores de conhecimentos sistemáticos, que assim como a ciência formal, sofrem transformações, trazendo para sala de aula os atores desse processo: os camponeses e seus saberes.

4. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. da C. **Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010. 174p.

ANACLETO, B. da S. **Etnofísica na lavoura de arroz**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Luterana do Brasil. Canoas.

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

CALDART, R. Por uma educação do campo: traços de uma identidade em construção. IN.: ARROYO, Miguel, CALDART, Roseli, MOLINA, Mônica (Orgs.). **Por uma educação do campo**. 5 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

D'AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. 6 ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2019.

DIEGUES, A.C. **Conhecimento e Manejo tradicionais**: Ciência e Biodiversidade. Disponível em: <<http://nupaub.fflch.usp.br/files/color/cienciabio.pdf>>. Acessado em 10 de nov.2015.

HENRIQUES, R.; MARANGON, A; DELAMORA, M.; CHAMUSCA, A. **Educação do Campo**: diferenças mudando paradigmas. Brasília: Ministério da Educação, SECAD, 2007. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/>

LÉVI-STRAUSS, C. 1908. **O pensamento selvagem**. Tradução Tania Pellegrini – Campinas, SP: Papirus, 1989.

KAUARK, F. da S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da Pesquisa**: Um Guia Prático. Itabuna, BA:Editora Via Litterarum, 2010.

MELLO, G. J., **Ensino de Física na Amazônia legal**: experiência na escola do campo / Geison Jader Mello, São Paulo: Baraúna, 2011.

MORIN, E., CARVALHO, E. de A. Prefácio. In: ALMEIDA, M. da C. **Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2010. p.15-16.

MORIN, E. **Educação e complexidade**: os sete saberes e os outros ensaios. In: ALMEIDA, M. da C., CARVALHO, E. de A. (orgs). São Paulo: Cortez, 2002.102 p.

MORIN, E. Jornadas Temáticas. **A religação dos saberes**. O desafio do século XXI. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 2010. 584p.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. In: **Revista Estudos Avançados**, v. 32, nº 32, 2018, p. 73-80. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Acesso em: 14/05/20.

PEREIRA, S. L. **Etnofísica voltada para o estudo dos mecanismos de alavancas utilizados pelos agricultores na produção da farinha de mandioca, Senador José Porfírio, Pará**. 2019. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Educação do Campo)-Faculdade de Etnodiversidade, Universidade Federal do Pará, Altamira, 2019.

PRUDENTE, T. C. de A. Etnofísica: uma estratégia de ação pedagógica possível para o ensino de física em turmas de EJA. **Enciclopédia Biosfera Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 06, n. 10, p. 01-13, 2010.

Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020

SÁ, A. B. de; PEDRÍLIO, A. V.; BUSNARDO, P. M. **Projeto De Física II – Alavancas**. Sorocaba-SP: Universidade Estadual Paulista-UNESP, 2013.

SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia dos saberes. In: SANTOS, Boaventura de S., MENESES, Maria Paula. **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.p. 31-83.

SOUZA, E. S. R.; SILVEIRA, M. R. A. Etnofísica e linguagem. **Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v.12 (23). Jul-dez, 2015. p.103-117.

TENÓRIO, W.; FORMIGOSA, M.; ROCHA, C. G. S.; SANTANA, R. A formação e atuação docente na disciplina de ciências em escolas do campo na Amazônia Paraense. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 4, p. 158-179, 19 dez. 2019

TOLEDO, V. A **memória biocultural**: a importância ecológica das sabedorias tradicionais. São Paulo: Expressão popular, 2015.



Recebido em: 20/05/2020

Aceito em: 15/09/2020