

A física da argila: diferentes formas de sentir e interpretar fenômenos físicos

Clay physics: different ways of feeling and interpreting physical phenomena

La física de la arcilla: diferentes formas de sentir e interpretar fenómenos físicos

Recebido: 05/06/2020 | Revisado: 20/06/2020 | Aceito: 23/06/2020 | Publicado: 05/07/2020

Samuel Antonio Silva do Rosário

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7696-3282>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: samuel.rosario@ifpa.edu.br

Carlos Aldemir Farias da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5463-1316>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: carlosfarias1@gmail.com

Resumo

O presente artigo faz parte de uma pesquisa de doutoramento em desenvolvimento no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará. Uma das temáticas abordadas é o ensino da Física por meio do processo de fabricação de panelas de barro relacionando o saber tradicional ao conhecimento acadêmico. A pesquisa tem como lócus empírico a comunidade tradicional Vila Que Era, localizada às margens do rio Caeté, no espaço rural do município de Bragança, estado do Pará, Brasil. Entre os objetivos da pesquisa, pretendemos registrar os conhecimentos empíricos dos artesãos ceramistas sobre sua produção e principais técnicas. O procedimento metodológico escolhido privilegia técnicas etnográficas no sentido de facilitar o entendimento da relação da Física com a produção de cerâmicas na comunidade escolhida, em especial panelas, buscando estabelecer laços que auxiliem o processo de construção dos saberes etnofísicos observados.

Palavras-chave: Saberes da tradição; Etnofísica; Cerâmica; Ensino de física; Ensino.

Abstract

The present article is part of a doctoral research under development in Graduate Program in Education in Science and Mathematics at the Federal University of Pará. One of the themes addressed is the teaching of Physics through the clay pans manufacturing process linking traditional with academic knowledge. The research has as empirical locus the traditional

community Vila Que Era, located on the banks of the Caeté River in the rural area of the municipality of Bragança, state of Pará, Brazil. Among the objectives of the research, we intent to register the empirical knowledge of ceramic artisans on the production of ceramics and their main techniques. The chosen methodological procedure privileges ethnographic techniques, in order to facilitate the understanding of the relationship between Physics and the production of ceramics, especially pans, in the chosen community, seeking to establish ties that assist in the process of construction of the observed ethnophysical knowledge.

Keywords: Knowledge of tradition; Ethnophysics; Ceramics; Physics Teaching; Teaching.

Resumen

El presente artículo es parte de una investigación doctoral en desarrollo en el Programa de Posgrado en Educación en Ciencias y Matemáticas de la Universidad Federal de Pará. Uno de los temas abordados es la enseñanza de la Física a través del proceso de fabricación de ollas de barro relacionando el conocimiento tradicional con el conocimiento académico. La investigación tiene como lugar empírico la comunidad tradicional Vila Que Era, ubicada a las márgenes del río Caeté, en la zona rural del municipio de Bragança, estado de Pará, Brasil. Entre los objetivos, destacamos la intención de registrar el conocimiento empírico de los artesanos de la cerámica en la producción de cerámica y sus principales técnicas. El procedimiento metodológico elegido privilegia las técnicas etnográficas para facilitar la comprensión de la relación entre la Física y la producción de cerámica, especialmente ollas, en la comunidad elegida, buscando establecer vínculos que ayuden en el proceso de construcción del conocimiento etnofísico observado.

Palabras clave: Conocimiento de la tradición; Etnofísica; Cerámica; Enseñanza de física; Enseñanza.

1. Introdução

O dia a dia nas comunidades tradicionais¹ é um espaço repleto de saberes que servem

¹ Diegues (2008) destaca as seguintes características sobre comunidades tradicionais: a) dependência e até simbiose com a natureza (...); b) conhecimento aprofundado da natureza e de seus ciclos (...); c) noção de território ou espaço onde o grupo social se reproduz econômica e socialmente; d) moradia e ocupação do território por várias gerações (...); e) importância das atividades de subsistência (...); f) reduzida acumulação de capital; g) importância dada à unidade familiar, doméstica ou comunal (...); h) importância das simbologias, mitos e rituais associados à caça, pesca e atividades extrativistas; i) a tecnologia utilizada é relativamente simples (...); j) fraco poder político (...); l) autoidentificação ou identificação pelos outros de pertencimento a uma cultura distinta das outras.

de orientação para o surgimento de novas formas de compreender noções particulares de pensar e representar a própria existência nesses locais, bem como contribuir para a compreensão de como essas comunidades organizam-se em sociedade, suas relações com o meio ambiente e suas práticas do cotidiano.

Ao estabelecer relações entre os saberes locais, presentes em comunidades de características tradicionais da Amazônia, com conteúdos estudados na Física², novas possibilidades surgem e um novo ambiente é criado a partir de novas perspectivas que buscam reaproximar a ciência da concretude da vida real, afastando seu abstracionismo.

Essa nova configuração de ciência contemporânea distanciou-se do dia a dia das pessoas, a exemplo da Física, que comumente assusta aqueles que desconhecem suas aplicações e conceitos. Esse distanciamento foi provocado por anos de discriminação em relação aos saberes desenvolvidos no dia a dia, distanciamento esse que impede que o indivíduo comum visualize os momentos de produção e de aplicação do conhecimento em seu cotidiano.

Segundo Maturana (2001), a ciência é baseada em dois pressupostos: primeiro, de que existe uma realidade objetiva independente de observadores e, segundo, que a validade das explicações baseia-se nessa realidade objetiva. Dessa forma, o conhecimento científico eleva-se a um patamar de onde são subjugadas todas as outras formas ou sistemas de saber, tornando o saber tradicional distante da realidade científica.

Diegues (2008) destaca que as populações consideradas tradicionais desenvolvem um modo de vida singular, pois estão em constante interdependência com a natureza, respeitando os ciclos naturais, utilizando os recursos naturais renováveis a partir dos quais constroem um modo de vida desenvolvendo sistemas de manejo sustentáveis. São populações que cultivam a importância da unidade familiar, doméstica ou comunal para o exercício das atividades econômicas, sociais e culturais. O autor pontua, ainda, que as simbologias, mitos e rituais associados à caça, à pesca e às atividades extrativistas são importantes à subsistência nessas comunidades. Essas populações mantêm uma relação direta com o ambiente natural onde se encontram inseridas; utilizam-se desse ambiente de forma a garantir a utilização de recursos por sucessivas gerações, em que os saberes e as práticas importantes para a existência da comunidade são transmitidos pela oralidade.

Nessa perspectiva, Almeida (2010) afirma que, diferentemente do senso comum, os “saberes da tradição” arquitetam compreensões com base em métodos sistemáticos,

² Ciência que estuda as leis e propriedades da matéria e da energia que controlam os fenômenos da natureza (Dicionário Houaiss Conciso, 2011).

experiências controladas e sistematizações reorganizadas de forma contínua. Esses saberes representam a manifestação de um conhecimento que, comumente, não se encontra registrado nos livros acadêmicos ou escolares (Bastos, 2013).

Mas esse outro modo de pensar vem despertando a curiosidade e o interesse por parte de pesquisadores, uma vez que esses saberes não seguem a lógica científica formal e são baseados em outras formas de pensar ações práticas do dia a dia (Lévi-Strauss, 2008). Segundo Silva & Fraxe (2013), a etnociência apresenta-se justamente para buscar entender esses outros saberes oriundos das populações tradicionais. Saberes que não são codificados pelos cientistas, pois os conhecimentos das populações tradicionais modificam-se de acordo com o local em que vivem, tanto no aspecto social quanto no cultural. Nesse sentido, Radford (2014, p. 52) argumenta que “en otras palabras, las culturas producen saberes que no solamente son diferentes de cultura en cultura sino que dichos saberes afectan (directa e indirectamente) diferentemente a sus individuos”³.

Ao lado do conhecimento científico, as populações tradicionais, ao longo de suas histórias, têm desenvolvido e sistematizado saberes diversos que lhes permitem responder a problemas de ordem material e utilitária. Apesar de se valerem dos mesmos atributos cognitivos que constituem a unidade do pensamento humano, essas duas formas de conhecimento (científico e saberes da tradição) pautam-se por distintas estratégias de pensamento, uma mais próxima da lógica do sensível, outra, mais distante (Lévi-Strauss, 2008; Almeida, 2010).

O registro e a disseminação de outras racionalidades presentes em uma sociedade constituem uma ampliação de seus elementos culturais. Esse entendimento de como os sujeitos de uma cultura constroem seus saberes abre possibilidades que buscam reaproximar saberes científicos e saberes da tradição no interior de uma realidade sociocultural estudada (Almeida, 2010; Mendes & Farias, 2014).

Dessa forma, buscamos, por meio deste trabalho, estabelecer algumas relações entre os saberes da tradição e os conhecimentos científicos oriundos da Ciência Física, presentes na produção ceramista caeteuara da comunidade Vila Que Era com o objetivo de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de alguns conceitos de Ciências e, em especial, a Física.

³ “Em outras palavras, as culturas produzem conhecimentos que não são apenas diferentes de cultura para cultura, mas que esses saberes afetam (direta e indiretamente) seus indivíduos de maneira diferente” (Tradução nossa).

2. Metodologia

O estudo foi realizado por meio de uma abordagem qualitativa (Oliveira, 2016), de cunho etnográfico, com o intuito de aproximar a Física à produção de cerâmicas, em especial no tocante às panelas, buscando estabelecer laços que auxiliem o processo de construção dos saberes etnofísicos observados. Tal abordagem fundamenta-se na perspectiva de que o conhecimento é um processo socialmente construído pelos sujeitos nas suas interações cotidianas, atuantes na realidade, transformando-a e sendo transformados. Nosso estudo pontua, ainda, algumas características das pesquisas de cunho qualitativo, como inquietação em compreender a totalidade do fenômeno estudado e interpretação intensa dos dados recolhidos, características que estão em plena conexão com as pesquisas de cunho etnográfico (Pereira et al., 2018; Perinelli, 2019).

Ressalta-se que os pesquisadores que fazem uso de métodos etnográficos descrevem e reconstróem, de forma sistemática, e o mais detalhadamente possível, as características das variáveis que constituem um fenômeno observado, com a finalidade de organizar categorias conceituais, comparando as construções e os postulados gerados a partir dos acontecimentos em cenários distintos. Diante disso, foram utilizadas leituras de autores da antropologia que descrevem experiências de aproximação como Malinowski (1978) e Geertz (2008).

A fim de alcançar os objetivos propostos, foram utilizados quatro instrumentos para registro da empiria: o primeiro teve-se na observação participante. Por meio da observação em campo, o pesquisador consegue interagir com o contexto pesquisado, estabelecendo uma relação direta com grupos ou pessoas, pois tal modalidade de pesquisa constitui um instrumento potencializador de conhecimentos e de saberes direcionados às comunidades tradicionais e aos grupos minoritários (Oliveira, 2016; Faermam, 2014).

O segundo instrumento teve por base as entrevistas com os ceramistas em momentos distintos da investigação. Para Oliveira (2016, p. 86) esses registros orais constituem-se como “excelente instrumento de pesquisa por permitir a interação entre pesquisador(a) e entrevistado(a) e a obtenção de descrições detalhadas sobre o que se está pesquisando” e compõem meio eficaz para registro de informações (Poupart, 2014). Concomitantemente, foram realizados registros fotográficos (Rocha & Eckert, 2014) e fílmicos (Reyna, 2014) das observações práticas do trabalho do ceramista e do seu cotidiano na comunidade.

4. Etnofísica

O programa denominado Etnomatemática estabelece relações dos saberes de cada comunidade com os conteúdos estudados na ciência Matemática, que embora a disciplina leve tal nome, em essência acaba-se por estudar diversas formas do conhecimento. A Etnomatemática não se restringe apenas a estudos matemáticos, mas a toda cultura que cerca o ambiente das ciências. D'Ambrosio (2005) introduz a ideia de que o programa Etnomatemática parte dos estudos das ciências, das artes, da história, das religiões e das culturas locais para demonstrar como as Ciências Exatas foram desenvolvidas dentro de um contexto sociocultural. Uma vez instituído e com o passar dos anos, o programa agora serve como subsídio para estudo de novas áreas relacionadas à Etnociência.

Nessa linha de pensamento, a Etnofísica apropria-se da Etnomatemática para discutir a possibilidade de uma análise dos saberes em ambientes diversos, fundamentada na contextualização (pelo grupo social que a compõe) do fenômeno físico estudado sob um paradigma inclusivo, buscando revalorizar os significados dos saberes observados em cada comunidade em um movimento harmônico com a Física científica.

Dessa forma, a Etnofísica torna-se um campo de estudo, que num primeiro momento surgiu amparada nas contribuições da Etnomatemática. Por se tratar de um campo da ciência relativamente novo em âmbito nacional⁴, o conceito⁵ de Etnofísica ainda está em construção. Entretanto, podemos criar pontos de interseção (Barros, 2016) com o conceito de Etnomatemática para apontar pistas que nos ajudem a pensar o que viria a ser Etnofísica. Segundo Barros (2016, p. 50) uma relação importante que pode ocorrer entre dois conceitos é a de interseção que “corresponde à propriedade dos conceitos de partilharem certas notas características uns com os outros”.

Diante dos conceitos da Etnomatemática, é possível perceber que, a partir das definições do termo, podemos criar uma relação dos saberes tradicionais presentes em cada comunidade com as diversas racionalidades matemáticas. Em relação à Etnofísica, tais relações não são diferentes, logo, pensar em Etnofísica é considerar todas as demais racionalidades existentes que abordam e relacionam-se com fenômenos físicos nas diversas realidades. Na busca por conceituar a Etnofísica, Santos (2002) afirma que:

⁴ Alguns de seus primeiros autores nacionalmente destacados são Santos (2002) e Anacleto (2007).

⁵ Conceituar não é apenas uma operação científica, mas também uma arte. A invenção ou descoberta das notas características que farão parte da composição de um acorde conceitual, assim como a adoção de conceitos já existentes ou inéditos, serão utilizados para entretecer a tessitura teórica na qual se apoiará a obra (...) (Barros, 2016, p. 190).

A Física que conhecemos, num certo sentido, é, também uma Etnofísica pois emergiu de uma subcultura dentro da sociedade europeia, a partir do intercâmbio de várias culturas [...] que cada estudante vive e coexiste com várias culturas identificadas por nação, linguagem, sexo, classe social, religião, etc., e que sua identidade cultural pode chocar em um grau variável com a cultura da Ciência Ocidental (Santos, 2002, p. 4).

Seguindo essa lógica em busca de compreender a Etnofísica, Anacleto (2007) investigou a Física utilizada pelos trabalhadores rurais no cultivo de arroz da Granja Bins, em Palmares do Sul, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O texto prima pela caracterização do local de estudo, ensino de Física, Etnomatemática, Etnofísica e método etnográfico. Segundo a autora, a Etnofísica permite que os conhecimentos científicos sejam ensinados a partir de situações reais impregnadas de conhecimentos intuitivos. Essa metodologia pode tornar o ensino de Física mais contextualizado. Dentro dessa perspectiva, Anacleto (2007) pontua que os indivíduos que possuem o saber etnofísico em determinada comunidade não conseguem ligar esse conhecimento à ciência Física.

Na prática, parecem usar e conhecer muitos princípios utilizados pela Física, para a explicação da realidade, mas não são conhecedores do jargão científico ou acadêmico próprio desta Ciência, ora por não ter tido suficiente tempo de escolarização, ora por não ter encontrado ligações necessárias para que, tanto a Física quanto a Matemática, pudessem ser reveladas como parte integrante de suas vivências (Anacleto, 2007, p. 80).

Nessa linha de pensamento, podemos entender a Etnofísica como uma referência aos saberes tradicionais acerca do conhecimento físico (Prudente, 2010; Almeida, 2010), considerando ontologicamente o modo de compartilhar os fenômenos naturais de cada comunidade e por parte de cada indivíduo pertencente a um grupo social específico. Conforme enfatiza D'Ambrosio:

O foco de nosso estudo é o homem, como indivíduo integrado, imerso, numa realidade natural e social, o que significa em permanente interação com o meio ambiente natural e sociocultural (D'Ambrosio, 2015, p. 50).

Nessa perspectiva, Sousa (2013) assegura que um olhar etnofísico significa considerar ontologicamente o modo de ver, de interpretar, de compreender, de explicar, de compartilhar, de trabalhar, de lidar, de sentir os fenômenos físicos. Sendo assim, trabalhar com a Etnofísica requer a apropriação da memória cultural do sujeito pesquisado, de seus códigos e símbolos. Souza & Silveira (2015) advogam que, para uma pesquisa em Etnofísica obter os resultados esperados contemplados, é preciso o auxílio de:

[...] um verdadeiro mestre de ofício, isto é, [um profissional que] tenha bastante prática em sua profissão. Isso porque os mestres de ofício possuem significados refinados ao longo dos anos e, por hipótese, tais modelos tendem a se aproximar dos modelos científicos. Isso significa que pedreiros, carpinteiros, mecânicos, pescadores, cozinheiras, costureiras, sapateiros, motoristas, dentre outros, são grandes candidatos a uma pesquisa em Etnofísica (Souza & Silveira, 2015, p. 115).

Nessa mesma lógica Rosário (2017) aborda que, por meio das concepções das Etnofísicas construídas na busca de reaproximar a ciência do saber presente nas comunidades tradicionais, é possível:

estabelecer relações e interconexões entre os fenômenos físicos e os saberes-fazeres tradicionais presentes na vida cotidiana da comunidade estudada, pois o cotidiano está impregnado de modos próprios de pensar, organizar e expressar saberes da cultura, os quais expressam ideias físicas nas suas mais variadas formas, pois é perceptível o fato de o cotidiano dos povos tradicionais estar impregnado de modos próprios de pensar, organizar e concretizar a existência, transformando a natureza e, por conseguinte, manipulando os fenômenos físicos nas suas mais variadas formas (Rosário, 2017, p. 1).

Assim, de acordo com as abordagens teóricas, mencionadas anteriormente, concebemos a Etnofísica como a ciência das habilidades e conhecimentos que grupos socioculturais utilizam para observar, experimentar, entender, utilizar e manipular fenômenos físicos em seu cotidiano.

5. Conceitos Físicos: transferência de calor (condução, convecção e radiação)

Segundo Barreto & Silva (2013, p. 125) “o calor é uma forma de energia transferida de um corpo para outro devido à diferença de temperatura existente entre eles”. Essa transferência de energia pode ocorrer por três mecanismos distintos: condução, convecção e radiação. Para Sampaio & Calçada (2005), a transferência de calor por condução acontece quando:

dois corpos com temperaturas diferentes são colocados em contato, as moléculas do corpo mais quente, colidindo com as moléculas do corpo mais frio, transferem energia para este. Esse processo de condução de calor é chamado de condução (Sampaio & Calçada, 2005, p. 241).

Nessa mesma perspectiva, Hewiit (2011, p. 287), afirma que esse processo ocorre quando uma fonte de energia “faz os átomos da extremidade aquecida moverem-se cada vez mais rapidamente. Por consequência, esses átomos e elétrons livres colidem com seus

vizinhos e assim por diante”. Esses elétrons livres agitam-se e “transferem energia para o material por meio de colisões com os átomos e outros elétrons livres do mesmo”. Assim, o calor propaga-se devido à agitação dos átomos e elétrons que constituem o material, mas sem que haja transporte de matéria durante o processo (Barreto & Silva, 2013).

Outra forma de transferir calor é por convecção, “este processo consiste na movimentação de partes do fluido dentro do próprio fluido” (Sampaio & Calçada, 2005, p. 245). Logo, esse processo dá-se nos líquidos e gases. Dessa maneira, Halliday et al. (2009) comenta que esse tipo de transferência de energia:

acontece quando um fluido, como ar ou água, entra em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A temperatura de parte do fluido que está em contato com o objeto quente aumenta e (na maioria dos casos) essa parte do fluido se expande, ficando menos densa. Como esse fluido expandido é mais leve do que o fluido que o cerca, mais frio, a força de empuxo o faz subir. O fluido mais frio escoar para tomar o lugar do fluido mais quente que sobe, e o processo pode continuar indefinidamente (Halliday et al., 2009, p. 201).

Dessa maneira, Hewitt (2011, p. 289) assegura que “as correntes de convecção mantêm o fluido em circulação enquanto esquenta – o fluido mais aquecido afastando-se da fonte de calor e o fluido mais frio movendo-se em direção à fonte de calor”. Barreto & Silva (2013) concluem que a transmissão de calor que ocorre nos líquidos e nos gases é feita, principalmente, por correntes de convecção. Enquanto o processo de transmissão de calor por radiação acontece, quando a propagação de energia de um ponto ao outro é transportada por ondas eletromagnéticas. De forma mais abrangente, “os corpos emitem radiação térmica a qualquer temperatura e, quanto maior ela for, maior será a intensidade de radiação emitida” (Barreto & Silva, 2016, p. 78). A energia transmitida dessa maneira é denominada “energia radiante” (Hewitt, 2011, p. 290).

A energia radiante está na forma de ondas eletromagnéticas, como as ondas de rádio, as micro-ondas, a luz visível etc. Halliday et al. (2009) afirmam que “as ondas eletromagnéticas que transferem calor são muitas vezes chamadas de radiação térmica” e argumentam que:

Quando você se aproxima de uma fogueira, é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui. Não é necessária a existência de um meio material para que o calor seja transferido por radiação (Halliday et al., 2009, p. 202).

Um sistema e o ambiente também podem trocar energia por meio de ondas eletromagnéticas. Desse modo, as pessoas e tudo o que nos rodeia fazem emissão de energia radiante, porém com a faixa de frequência de acordo com cada corpo ou objeto. Nesse contexto, as abordagens sobre as formas de transmissão de calor ajudam-nos a entender alguns conceitos que serão tratados neste trabalho. Nosso foco centra-se nas racionalidades físicas expressas nos saberes da tradição envolvidos no processo de elaboração da cerâmica caeteuara.

6. Saberes Etnofísicos Presentes no Processo de Construção da Cerâmica Caeteuara

A produção da cerâmica da comunidade Vila Que Era é realizada pela família Furtado⁶, que utiliza diversos saberes para o desenvolvimento desse ofício. Alguns foram passados por familiares, geração a geração, que desenvolveram esse conhecimento a partir de suas práticas diárias, outros foram construídos a partir das experimentações dos próprios ceramistas.

O processo de construção de uma peça costuma ter as seguintes etapas: coleta da argila, modelagem da peça, secagem e queima das peças. Dentro de cada uma dessas etapas, existem subetapas que também são muito importantes para a produção da cerâmica caeteuara, porém não serão tratadas nesta parte do trabalho. Agora, focaremos especificamente nas etapas de secagem e de queima da peça. Cada uma dessas etapas é realizada em ambientes diferentes e expressam saberes etnofísicos em vários momentos.

O ceramista Josias Furtado explicou-nos, durante as entrevistas e as observações participantes⁷ que, ao aprender esse ofício com sua mãe, Dona Maria, havia muitas perdas durante o período de secagem e de queima e isso veio a se revelar uma das motivações para que fossem criadas novas formas de realizar essas etapas, com a finalidade de desenvolver o produto final:

Nós tínhamos dificuldade nessa queima, porque a gente não dominava o fogo do forno, queimava as panelas só na fogueira. Aí eu consegui ajustar esse tempo de queima, essa secagem, que era nossa dificuldade, então é isso, conseguimos chegar a quase 100%. Porque antigamente perdíamos na secagem e na queima e era só prejuízo (Entrevista, jul. 2019).

⁶ Nesse trabalho foram consultados Dona Maria e Josias Furtado.

⁷ Nas pesquisas de abordagem qualitativa, dentre os mais importantes instrumentos ou técnicas de pesquisa que ajudam a desvendar os fenômenos e fatos, destacam-se as observações e entrevistas (Oliveira, 2016).

A explicação de Josias permite-nos entender que as dificuldades de encontrar o ponto certo de secagem e de queima já existiam e, por meio de experimentações, o ceramista desenvolveu novas formas de realizar a secagem e a queima de suas peças para obter uma melhor qualidade do produto final.

Ressaltamos que o processo de secagem é uma das etapas de grande importância na fabricação das peças, pois, após a modelagem, a peça pode ficar um ou mais dias ao ar livre, a depender de sua espessura (Imagens 1 e 2). Assim, parte da água contida na argila é eliminada no processo de evaporação e a parte mais resistente do material vai ao forno, um saber desenvolvido pelas experimentações do ceramista (Lévi-Strauss, 2008).

Imagens 1 e 2: Peças em processo de secagem.



Fonte: Acervo de Samuel Rosário, 2019.

Para Baccelli (2010) a secagem:

é uma das fases mais importantes de todo o processo, juntamente com a queima, pois é da secagem que chegaremos ao produto final, sendo o processo de secagem o responsável pela remoção de líquido por meio de transporte através dos poros e da evaporação para o meio ambiente. O ar do ambiente, que não é saturado, tende a absorver a umidade das peças até ocorrer o equilíbrio (Baccelli, 2010, p. 128).

As condições climáticas são fatores relevantes nesse processo, pois ocorrerá a evaporação da umidade do material. Dependendo das correntes de ar, poderá haver um bom auxílio na evaporação e a garantia de uma homogeneidade correta das peças, pois o líquido que desaparece das peças torna-se vapor d'água. “A evaporação é uma mudança da fase líquida para a fase gasosa que ocorre na superfície do líquido” (Hewitt, 2011, p. 304).

Depois do período de secagem, o ceramista dá início à etapa da queima da cerâmica caeteuaura. Ele relata com orgulho que após vários testes, conseguiu melhorar sua produção.

Antigamente, a peça ficava muito tempo no forno e a gente não tinha muito domínio do tempo de queima da peça, aí eu pensei e resolvi deixar esquentando o forno no final da tarde, a noite toda para no outro dia queimar as peças. Aí sim deu certo e hoje eu ganho um dia ou dois a menos no tempo de queima e consigo trabalhar com a temperatura certa só mantendo o fogo aceso, aí é rapidinho que as peças ficam na mesma temperatura, porque o forno já fica todo quente (Entrevista, jul. 2019).

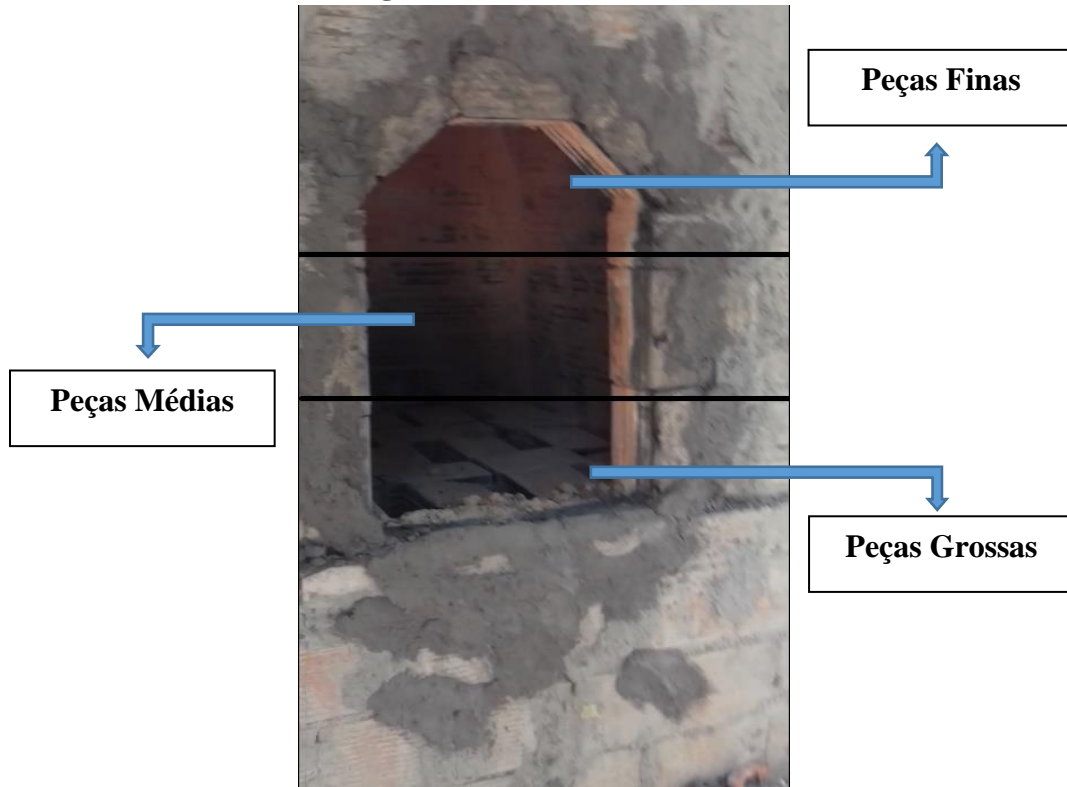
Nessa experimentação diária, o ceramista procura sempre aprimorar as práticas de seu ofício. Mesmo sem muitas ferramentas, desenvolveu maneiras de utilizar os fenômenos físicos a seu favor. Ao utilizar seus saberes e sentidos (Lévi-Strauss, 2008), como a visão e o tato, consegue estabelecer bases preciosas para sua prática cultural. Nessa perspectiva, é notório que os conceitos de temperatura, calor e equilíbrio térmico estão bem estabelecidos para o ceramista, que desenvolveu maneiras de encontrar a temperatura ideal para a queima de suas peças mesmo sem os conhecimentos da Física acadêmica.

O ceramista comenta que desenvolveu outras formas de utilizar os fenômenos naturais a seu favor e explica como aprimorou seu processo de queima:

Geralmente, eu queimo três tipos de materiais, com espessuras e queimas diferentes. Eu aprendi que as peças que estão em baixo esquentam primeiro que as de cima e, por isso, elas ficam no ponto mais rápido. Então, calculo mais ou menos e tal, (...) porque o fogo vem de baixo, então, coloco as mais grossas em baixo e as mais finas em cima (Entrevista, jul. 2019).

Josias explica que seu forno (Imagem 3) foi construído com base no que projetou em sua mente. O forno é capaz de proporcionar a transferência de calor de diversas formas, além de permitir uma queima por igual: “Coloco todas as peças juntas, panela, vaso, prato, vasilha, escultura e tudo mais, mas sempre na mesma ideia, peças mais grossas embaixo até as mais finas em cima” (Diário de campo, jul. 2019). Como o forno costuma ser fechado durante a queima, iremos exemplificar como seria a organização dessas peças segundo a explicação dada em campo por Josias.

Imagem 3: Parte frontal do forno.



Fonte: Acervo de Samuel Rosário, 2019.

O ceramista exemplificou quais seriam os modelos de cada peça segundo sua organização no forno: “Eu considero peças finas, as que queimam mais rápido, essas que ficam em cima no forno, os pratos, por exemplo” (Entrevista, jul. 2019) – Imagem 4.

Imagem 4: Peças finas



Fonte: Acervo de Samuel Rosário, 2019.

“Já as peças que vão no meio, são peças da largura do meu dedo e que tem um fundo que não é muito grosso. Só de olhar eu já sei as que podem ficar no meio. Nessa parte,

eu costumo colocar os vasos pequenos, panelinhas e suas tampas” (Entrevista, jul. 2019) – Imagem 5.

Imagem 5: Peças medianas.



Fonte: Acervo de Samuel Rosário, 2019.

“E na parte de baixo são as peças que demoram mais para queimar, são aquelas com o fundo grosso. As panelonas, formas para servir comida, vasos grandes e outras aí” (Entrevista, jul. 2019) – Imagem 6.

Imagem 6: Peças grossas.



Fonte: Acervo de Samuel Rosário, 2019.

Nesse contexto, torna-se evidente que o ceramista tenha desenvolvido racionalidades físicas diferenciadas para utilizar as transferências de calor a favor de seu ofício, pois o sistema de organização dentro do forno auxilia a transferência de calor por condução, por convecção e por radiação. Segundo Josias:

O tempo no forno é de acordo com a peça. Olho a grossura dela e já tenho uma noção de quanto tempo ela vai ficar lá. Porque o fogo vem de baixo para cima e, aí, o fogo começa a entrar em contato com as peças, vai esquentando o material que está mais perto do fogo. Aí, depois, vai passando a quentura para as outras peças que estão em cima, até o ponto que as peças ficam na mesma temperatura (Diário de campo, jul. 2019).

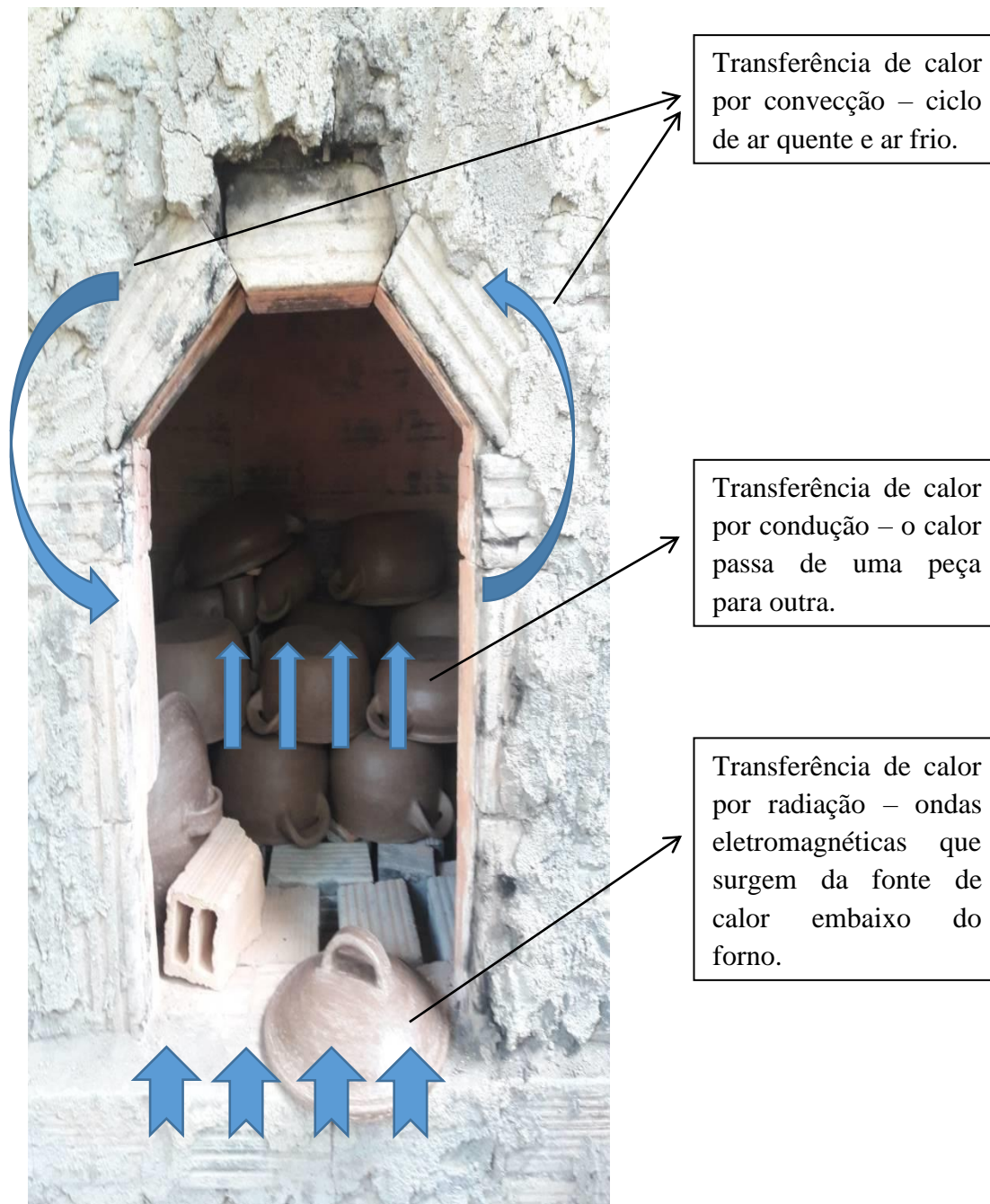
Dessa maneira, percebemos que Josias exemplifica que as peças que estão mais próximas ao fogo (fonte de calor) esquentam primeiro, agitando suas moléculas e, posteriormente, passam a energia térmica para as outras peças por transferência de calor, por condução.

Sobre a organização das peças, Josias coloca que: “Procuro sempre deixar um espaço entre as peças, nunca encho o forno todo, tem que deixar o ar correr para levar o fogo por todo o forno” (Diário de campo, jul. 2019). Dessa forma, podemos relacionar o saber etnofísico, expressado por ele, com as correntes de convecção que fazem com que o ar quente mude de lugar com o ar frio em um movimento repetitivo, de forma que o sistema esquite cada vez mais.

O ceramista comenta, ainda, que coloca a lenha no forno de maneira constante, de forma que o fogo seja sempre suficiente para queimar todas as peças: “Eu só coloco o suficiente, nem muito e nem pouco, eu já sei de cabeça, eu olho e já sei se precisa de mais lenha [...], o importante é que o fogo não se apague antes que as peças estejam todas queimadas” (Diário de campo, jul. 2019). Nesse contexto, temos uma fonte de calor que possibilita a queima das peças (nesse caso, a madeira abrasada), logo após a geração dessa fonte de calor. Podemos observar os raios luminosos que emanam das chamas por todo o interior do forno na forma de ondas eletromagnéticas, transferidas por radiação. Notamos a importância da lenha e do fogo na fala de Josias.

Podemos, então, perceber que, mesmo sem conhecimento acadêmico sobre os fenômenos físicos, os ceramistas conseguiram desenvolver estratégias de raciocínio para utilizar as diversas formas de transferência de calor a seu favor, ao fazer uso dos sentidos, de acordo com Lévi-Strauss (2008). Além disso, estipulam as noções de temperatura, calor e equilíbrio térmico. Nesse seguimento, esboçamos um esquema que exemplifica as transferências de calor que ocorrem no forno, segundo as explicações do ceramista (Imagem 7).

Imagem 7: Parte frontal do forno com peças organizadas.



Fonte: Acervo de Samuel Rosário, 2019.

Durante nossas pesquisas, observamos que os artesãos não possuem um conceito formado de transferência de calor por condução, convecção ou radiação. Contudo, a falta de domínio desses conceitos não os impediu de realizar o cozimento eficiente das peças, visto que se valem de conhecimento tradicional, de forma elaborada, ligado a fenômenos naturais.

4. Considerações Finais

As racionalidades físicas relacionadas ao estudo do calor são expressas de forma intuitiva no momento em que os ceramistas produzem suas peças. Para transformar a argila bruta em uma peça elaborada e resistente, utilizam-se das diversas formas de transferência de calor, assim como de noções de temperatura e equilíbrio térmico. O ceramista utiliza apenas a visão e o tato, decorrentes de sua larga experiência, para determinar a quantidade de fonte de energia necessária para manter seu forno quente, o tempo de queima de cada peça e o melhor lugar para cada uma no interior do forno, levando em consideração as experimentações diárias. Isso demonstra que seus saberes tradicionais, denominados aqui como etnofísicos, vão além dos conhecimentos sobre a termodinâmica como calor e temperatura. Observa-se, também, outros conceitos oriundos da ciência Física como trabalho, força e transformações físicas da matéria.

Dessa forma, inferimos que essa pesquisa pode nortear novas possibilidades de aproximações entre a área da Física e as práticas exercidas em diferentes contextos socioculturais, dando ênfase às distintas racionalidades físicas explicitadas no dia a dia das comunidades, exaltando quanta riqueza sociocultural existe fora dos perímetros intelectuais e acadêmicos.

Referências

Almeida, M. C. (2010). *Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição*. São Paulo: Ed. Livraria da Física. (Coleção Contextos da Ciência).

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

Bacelli, G., Jr. (2010). *Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Seridó*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

Barreto, B., Filho, & Silva, C. X. (2013). *Física aula por aula: mecânica dos fluidos, termodinâmica, óptica*. 2. ed. São Paulo: FTD.

- Barros, J. D'A. (2016). *Os conceitos: seus usos nas ciências humanas*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Bastos, S. N. D. (2013). Etnociências na sala de aula: uma possibilidade para aprendizagem significativa. In: *Anais. XI Congresso Nacional de Educação* (pp. 6192-6202). Curitiba.
- D'Ambrosio, U. (2015). *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. São Paulo: Autêntica.
- D'Ambrosio, U. (2005). *Sociedade, cultura, matemática e seu ensino*. São Paulo: Educação e Pesquisa, v. 31, n. 1, pp. 99-120.
- Dicionário Houaiss Conciso. (2011). Instituto Antônio Houaiss, organizador; [editor responsável Mauro de Salles Vilar]. São Paulo: Moderna.
- Diegues, A. C. (2008). *O Mito moderno da natureza intocada*. 6. ed. São Paulo: Hucitec.
- Faermam, L. A. (2014). *A pesquisa participante: suas contribuições no âmbito das Ciências Sociais*. São Paulo: revista ciências humanas, v. 7, n. 1, pp. 41-56.
- Geertz, C. (2008). *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: LTC.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2009). *Fundamentos de Física: gravitação, ondas e termodinâmica*. 8. ed. Tradução Ronaldo Sergio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC.
- Hewitt, P. G. (2011). *Física conceitual*. 11. ed. Tradução Trieste Freire Ricci. Porto Alegre: Bookmam.
- Lévi-Strauss, C. (2008). *O pensamento selvagem*. 8. ed. Tradução Tânia Pellegrini. Campinas, SP: Papirus.
- Malinowski, B. (1978). *Os argonautas do Pacífico Ocidental*. São Paulo: Abril Cultural.
- Maturana, H. (2001). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte. Editora UFMG.

Mendes, I. A., & Farias, C. A. (2014). *Práticas Socioculturais e Educação Matemática*. São Paulo: Ed. Livraria da Física. (Coleção Contextos da Ciência).

Oliveira, M. M. (2016). *Como fazer pesquisa qualitativa*. 7. ed. Petrópolis/RJ: Vozes.

Pereira, A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [E-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Disponível em:
https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em: 10 maio 2020.

Perinelli, H., Neto (2019). A construção de pesquisas qualitativas e o fazer cinematográfico: contribuições do documentário brasileiro contemporâneo aos estudos de caso. In: Bicudo, M. A. V. & Costa, A. P. (Org.). *Leituras em Pesquisa Qualitativa* (pp. 377-396). São Paulo: Editora Livraria da Física.

Poupart, J. (2014). A entrevista de tipo qualitativo: considerações epistemológicas, teóricas e metodológicas. In: Poupart, J. et al. (Org.). *A Pesquisa Qualitativa: Enfoques Epistemológicos e Metodológicos* (pp. 215-253). Petrópolis: Ed. Vozes.

Prudente, T. C. A. (2010). *Etnofísica: uma estratégia de ação pedagógica possível para o ensino de física em turmas de EJA*. Centro Científico Conhecer: Goiânia.

Radford, L. (2014). Cultura e Historia: dos conceptos difíciles y controversiales en las aproximaciones contemporáneas en la educación matemática. In: Mendes, I. A. & Farias, C. A. (Org.). *Práticas Socioculturais e Educação Matemática* (pp. 49-68). São Paulo: Ed. Livraria da Física.

Reyna, C. P. (2014). Reflexões do uso do filme na prática antropológica. In: Ferraz, A. L. M. C. & Mendonça, J. M. (Org.). *Antropologia Visual: Perspectivas de Ensino e Pesquisa* (pp. 677-712). Brasília: ABA.

Rocha, A. L. C., & Eckert C. (2014). Experiências de ensino em antropologia visual e da imagem e seus espaços de problemas. In: Ferraz, A. L. M. C. F. & Mendonça, J. M. (Org.). *Antropologia Visual: Perspectivas de Ensino e Pesquisa* (pp. 51-111). Brasília: ABA.

Rosário, S. A. S. (2017). A relação entre fenômenos físicos e os saberes-fazeres sobre a cerâmica e o estaleiro naval da comunidade “vila cuéra” no município de Bragança-PA: uma perspectiva etnofísica. In: Anais. *II Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências* (pp. 1-3). Campina Grande.

Sampaio, J. L., & Calçada, C. S. (2005). *Universo da Física, 2: hidrostática, termologia, óptica*. 2. ed. São Paulo: Atual.

Santos, R. P. (2002). A Parábola no Oriente: Etnofísica, Psicogênese e Multiculturalidade. In: *Atas. 1º Colóquio Intercultural – “A Comunicação entre Culturas”*. Almada, Portugal: ADECI – Associação Portuguesa para a Formação e a Investigação em Comunicação Intercultural.

Silva, F. J. P., & Fraxe, T. J. (2013). *Saberes de populações tradicionais: Etnociência em processos de bioconservação*. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 8, 1-14.

Souza, E. S. R. (2013). *Etnofísica, modelagem matemática, geometria... tudo no mesmo manzuá*. *Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 9(18), 99-112.

Souza, E. S. R., & Silveira, M. R. A. (2015). *Etnofísica e linguagem*. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, 12(23), 103-117.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Samuel Antonio Silva do Rosário – 60%

Carlos Aldemir Farias da Silva – 40%