

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA-CCT
UNIDADE ACADÊMICA DE FÍSICA
CURSO DE FÍSICA LICENCIATURA

FRANCIELLEN DOS SANTOS LIMA

A TERMODINÂMICA DA CERÂMICA ARTESANAL: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

CAMPINA GRANDE-PB

2026

FRANCIELLEN DOS SANTOS LIMA

A TERMODINÂMICA DA CERÂMICA ARTESANAL: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física Licenciatura, do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física, elaborado sob a orientação do Prof.Dr. José Wagner Cavalcanti Silva.

CAMPINA GRANDE-PB

2026

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Sistema de Bibliotecas - SISTEMOTECA
Catalogação de Publicação na Fonte. UFCG - Biblioteca Central

L732t Lima, Franciellen dos Santos.

A termodinâmica da cerâmica artesanal: uma proposta de ensino com os três momentos pedagógicos / Franciellen dos Santos Lima. – 2026.

63 f. : il. color.

Monografia (licenciatura em Física) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2026.

"Orientação: Prof. Dr. José Wagner Cavalcanti Silva".

Referências.

1. Ensino de Física. 2. Transferência de Calor. 3. Três Momentos Pedagógicos. I. Silva, José Wagner Cavalcanti. II. Título.

UFCG/BC CDU 53:37(04)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECÁRIA ITAPUANA SOARES DIAS GONÇALVES CRB-15/93

FRANCIELLEN DOS SANTOS LIMA

A TERMODINÂMICA DA CERÂMICA ARTESANAL: UMA PROPOSTA DE ENSINO COM OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Física Licenciatura, do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Física, elaborado sob a orientação do Prof. Dr. José Wagner Cavalcanti Silva.

Aprovada em: 24 / 03 / 2026

Banca Examinadora

José Wagner Cavalcanti Silva

Prof. Dr. José Wagner Cavalcanti Silva (UFCG)

Orientador

Prof. Dr. Alexandre Campos (UFCG)

Examinador interno

Wanderson José Rodrigues do Nascimento

Prof. Me. Wanderson José Rodrigues do Nascimento

(EECIEFMFA Félix Araújo)

Examinador externo

Campina Grande – PB

2026

Dedico este trabalho aos meus pais, Heleno e Corrinha, e ao meu avô Zezinho *(in memoriam)*, pelo incentivo e por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, inicio os agradecimentos deste trabalho direcionando-os Àquele que nunca me abandonou: Deus. Mesmo diante das provações, pela graça do Pai, do Filho e do Espírito Santo, chego a etapa final da graduação.

Minha profunda gratidão aos meus pais, Heleno e Corrinha, que sempre fizeram de tudo pela minha formação. Mesmo diante das dificuldades financeiras, morando distante, no sítio, e tendo apenas uma aprovação no SISU e um sonho, nada se tornou impossível, pois uma coisa nunca faltou: a fé. Obrigada, pai e mãe, por sempre me apoiarem e por estarem de joelhos em oração intercedendo por mim em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Hélio Henrique e Emilly, agradeço por sempre acreditarem no meu potencial. Estendo também meu carinho à minha amada sobrinha Helena e à minha cunhada Beatriz. A toda a minha família, que de alguma forma esteve presente e torceu por mim durante essa caminhada, deixo registrada minha sincera gratidão.

Ao meu amado Lucas, que tem sido um dos meus maiores incentivadores desde que chegou à minha vida, agradeço por todo apoio, companheirismo e presença constante nos diversos momentos dessa jornada.

Também registro meu agradecimento às pessoas que tornaram essa caminhada mais leve, em especial à minha amiga de infância, Letícia, e às minhas “irmãzinhas” do apartamento 08: Solange, Marisa e Isabely. Mesmo em cursos diferentes, com histórias e personalidades distintas, construímos uma amizade muito especial, que certamente levarei para a vida.

Meu sincero agradecimento também aos colegas de curso que fizeram parte dessa trajetória, em especial: Elizandra, Dyego, Rodrigo, João Paulo, Anailza, Nicolas, Isaías e Jucineia, pelos momentos de estudo, apoio e convivência durante a graduação.

Expresso minha especial gratidão ao meu orientador, professor Wagner, por todos os ensinamentos, conselhos e pela paciência ao longo deste processo. Sou imensamente grata por compartilhar seus conhecimentos e por ter acreditado no meu potencial.

Ao professor Wanderson, que foi meu preceptor durante os estágios e supervisor no PIBID, agradeço por me acolher, me tranquilizar nos momentos difíceis e por compartilhar tantos conhecimentos sobre o ensino e também sobre a vida, que certamente levarei comigo.

Ao professor Alexandre, agradeço pelos ensinamentos ao longo das disciplinas, estágios e atividades no PIBID. Suas aulas sempre foram um espaço de escuta, apoio, aprendizado e descontração. Seus ensinamentos foram fundamentais para o meu crescimento profissional.

Agradeço igualmente à professora Mirleide, que me acompanhou desde o início do curso. Seus ensinamentos durante as disciplinas e nas vigências do PIBID foram fundamentais para minha formação.

Estendo meu agradecimento a todos os professores da Unidade Acadêmica de Física (UAF) com quem tive a honra de cursar disciplinas durante minha graduação.

Por fim, agradeço à CAPES e à PRAC/UFCG pelo apoio financeiro concedido durante minha participação nos programas PIBID e PAEG, que contribuíram para minha permanência e formação ao longo do curso.

“Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos.”

(Bíblia Sagrada, Provérbios 16:3)

RESUMO

As dificuldades dos estudantes em interpretar fenômenos do cotidiano à luz de conceitos científicos da Física constituem um dos desafios para a área de ensino de Ciências, evidenciando a necessidade de abordagens pedagógicas que favoreçam a articulação entre conhecimento científico e realidade vivida. Diante disso, este trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar uma sequência didática voltada ao ensino de Termodinâmica, com foco nos processos de transferência de calor, estruturada a partir da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), conforme proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Para contextualizar os conceitos trabalhados, a proposta tomou como referência as cerâmicas artesanais, nas quais a identificação do tema gerador ocorreu por meio do processo de Investigação Temática, que apontou as cerâmicas como elementos presentes na realidade sociocultural dos estudantes, mas que não eram interpretados a partir de uma perspectiva científica. O estudo foi orientado pela Pesquisa Baseada em *Design* (PBD), que contribuiu para o planejamento e a implementação da sequência didática, aplicada a estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de Campina Grande(PB). Os resultados indicaram que as explicações dos estudantes foram permeadas tanto por conhecimentos prévios, frequentemente associados a dimensões sensoriais e sociais, quanto por elementos do conhecimento científico. Observou-se, ainda, uma evolução conceitual nas formas de explicação apresentadas, acompanhada de maior participação dos discentes ao longo do desenvolvimento das atividades.

Palavras-chave: Ensino de Física; Transferência de calor; Três Momentos Pedagógicos.

ABSTRACT

Students' difficulties in interpreting everyday phenomena in the light of scientific concepts of Physics constitute one of the challenges in Science Education, highlighting the need for pedagogical approaches that promote the articulation between scientific knowledge and lived reality. In this context, this study aimed to develop and analyze a didactic sequence focused on the teaching of Thermodynamics, particularly on heat transfer processes, structured according to the Three Pedagogical Moments (3PM) approach proposed by Delizoicov, Angotti, and Pernambuco (2002). To contextualize the concepts addressed, the proposal used artisanal ceramics as a reference, in which the identification of the generating theme occurred through the process of Thematic Investigation, which indicated ceramics as elements present in the sociocultural reality of the students but not interpreted from a scientific perspective. The study was guided by Design-Based Research (DBR), which contributed to the planning and implementation of the didactic sequence, applied to second-year high school students from a public school in Campina Grande, Paraíba, Brazil. The results indicate that students' explanations were permeated both by prior knowledge, often associated with sensory and social dimensions, and by elements of scientific knowledge. Furthermore, a conceptual development in the forms of explanation presented by the students was observed, accompanied by greater participation throughout the development of the activities.

Keywords: Physics Education; Heat Transfer; Three Pedagogical Moments.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Relação entre a abordagem de Freire e Delizoicov..... 14
Quadro 2– Sequência Didática sobre a Termodinâmica da Cerâmica Artesanal..... 26
Quadro 3 – Categorias e unidades de contexto elaboradas..... 40
Quadro 4– Sistematização referente ao 1° Momento Pedagógico..... 42
Quadro 5 –Sistematização referente aos 2° e 3° Momentos Pedagógicos..... 44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Cerâmicas artesanais da comunidade de Chã da Pia (PB).....22
Figura 2- Fornos artesanais presentes na comunidade de Chã da Pia (PB).....23
Figura 3- Percepção dos estudantes sobre cerâmicas artesanais..... 32
Figura 4- Presença de peças de cerâmicas artesanais nos lares.....33
Figura 5-Caracterização das cerâmicas artesanais presente nos lares.....34
Figura 6-Esquema da Investigação temática para obter o Tema Gerador.....37
Figura 7-Momento de problematização com experimentos sensoriais..... 38
Figura 8-Momento de organização do conhecimento..... 40
Figura 9-Maquete de forno artesanal..... 40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....15
2.1 O Tema Gerador..... 15
2.2 A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos.....16
2.3 Termodinâmica.....18
2.4 A termodinâmica na produção artesanal de cerâmicas.....21
2.5 Revisão bibliográfica.....25
3 METODOLOGIA..... 28
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 32
4.1 Investigação Temática.....32
4.2 Desenvolvimento em sala de aula com os 3MP.....37
4.3 Análise do corpus.....42
4.3.1 Processo analítico do corpus.....42
4.3.2 Análise do Primeiro Momento Pedagógico.....45
4.3.3 Análise dos Segundo e Terceiro Momentos Pedagógicos..... 47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....52
REFERÊNCIAS.....55

1 INTRODUÇÃO

Ao refletir sobre o que é Física, muitos discentes a associam rapidamente a equações, conceitos abstratos e passam a classificá-la como uma disciplina de difícil compreensão, justamente por não conseguirem relacioná-la com seu mundo real. Esse distanciamento entre a área e a realidade dos estudantes mostra-se controverso, uma vez que a Física se dedica justamente ao estudo dos fenômenos naturais presentes no mundo que os cerca (Almeida; Chiaro; Rocha, 2016).

Essas visões ainda persistem, pois práticas de ensino conservadoras continuam presentes em muitos contextos escolares, o que pode gerar frustração e desinteresse por parte dos alunos (Bonfim; Nascimento, 2018). De fato, a Física é uma área que envolve forte formalização matemática e teorias. Entretanto, seu ensino não deve limitar-se apenas a esses aspectos, sendo necessária a incorporação de estratégias de contextualização, atividades experimentais e metodologias diversificadas que favoreçam a construção do conhecimento (Bonfim; Nascimento, 2018).

Paulo Freire foi um dos principais defensores da valorização da realidade sociocultural dos educandos como ponto de partida para o processo de ensino-aprendizagem. Em sua abordagem pedagógica, propõe a identificação de temas geradores, construídos por meio do processo de Investigação Temática, no qual se problematizam situações concretas vivenciadas pelos sujeitos, promovendo uma formação crítica e contextualizada (Sousa et al., 2014).

Inspirados nessa concepção, Delizoicov, Angotti e Pernambucano (2002) sistematizaram a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), adaptando a proposta freireana ao ensino formal de Ciências (Urel, 2022). Essa abordagem estrutura-se em três etapas articuladas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

A utilização dos 3MP no ensino de Física tem sido apontada como uma alternativa capaz de favorecer processos de aprendizagem mais contextualizados (Bonfim; Nascimento, 2018). No entanto, existem poucos trabalhos, especialmente no ensino de Termodinâmica. Observa-se que as pesquisas nessa área concentram-se predominantemente na abordagem conceitual das leis da Termodinâmica, enquanto ainda persistem desafios relacionados à implementação

da metodologia, ao alinhamento entre os objetivos de cada momento pedagógico e à explicitação do processo de construção do tema gerador.

Considerando a dificuldade dos estudantes em interpretar situações do cotidiano a partir de uma perspectiva científica, bem como as potencialidades e lacunas identificadas na utilização dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Termodinâmica, torna-se pertinente investigar possibilidades de articulação entre essa abordagem e conteúdos introdutórios de Termodinâmica em contextos socioculturais significativos.

A partir dessas considerações, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: em que medida a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos contribui para a aprendizagem de conceitos de transferência de calor no Ensino Médio?

Com base nesse questionamento, esta pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições de uma sequência didática fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos para a compreensão dos estudantes sobre conceitos de transferência de calor, considerando sua participação e envolvimento durante as atividades.

O estudo foi desenvolvido com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, em uma escola de Campina Grande (PB), no qual foi articulada à Investigação Temática e utilizado o contexto das cerâmicas artesanais para a problematização da realidade sociocultural. Buscou-se, então, trabalhar com objetos que envolvem práticas tradicionais, carregadas de valor histórico e cultural, ao mesmo tempo em que mobilizam fenômenos físicos relacionados à transferência de calor.

Trata-se de uma proposta original no contexto em que foi desenvolvida, ainda pouco explorada na literatura. No que se refere ao desenvolvimento metodológico da investigação, adotou-se a Pesquisa Baseada em *Design* (PBD).

O trabalho está organizado em cinco capítulos. Após a introdução, apresenta-se o referencial teórico que fundamenta a pesquisa. Em seguida, descreve-se a metodologia adotada. Posteriormente, são apresentados e discutidos os resultados do estudo. Por fim, apresentam-se as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Tema Gerador

Em 1967, Paulo Freire publicou *Educação como Prática da Liberdade* e, no ano seguinte, *Pedagogia do Oprimido*, obras nas quais apresentou seu método fundamentado na realidade do alfabetizando, valorizando o senso comum e incentivando não apenas a leitura de palavras, mas também a leitura de mundo (Gadotti,1996).

Embora inicialmente concebida no âmbito do ensino da língua portuguesa, essa abordagem passou a ser incorporada à educação em Ciências a partir da década de 1980 (Kauano; Marandino, 2022), sendo posteriormente mobilizada em diferentes contextos educativos.

Nesse sentido, Brick et al. (2014) destacam que a perspectiva freireana possibilita a reorientação curricular e a formação docente nas Licenciaturas em Educação do Campo, pois sua implementação se dá por meio de processos dialógicos e problematizadores, que valorizam os saberes e a cultura dos estudantes e contribuem para a superação da visão urbanocêntrica e da fragmentação do conhecimento.

Além disso, os autores destacam principalmente a investigação temática presente na abordagem para organizar os cursos de formação de professores do campo, integrando pesquisa, ensino e extensão de forma prática e contextualizada.

> “Nesse sentido, destacamos a importância de pesquisas relacionadas à ressignificação dos processos de investigação temática no âmbito das ações de cursos de Licenciatura em Educação do Campo e a potencialidade de a viabilização desses processos se constituir como estruturantes e articuladora das atividades de pesquisa intrinsecamente articulada com as atividades de ensino e de extensão. (Brick et al, 2014)

A investigação temática (IT), apresentada por Paulo Freire em *Pedagogia do Oprimido*, é o processo utilizado para identificar o tema gerador a partir da realidade do estudante (Sousa et al., 2014). Esse processo desenvolve-se em cinco etapas: *(1)* ***levantamento preliminar***, com a busca sobre as condições da realidade do educando; *(2)* ***codificação****,* que analisa as contradições socioculturais que afetam seu contexto; *(3)* ***descodificação***, com a problematização das situações identificadas e a identificação da necessidade de novos conhecimentos; *(4)* ***redução temática***, na qual são selecionados os conceitos científicos que possibilitam

compreender o tema; e ***(5) desenvolvimento em sala de aula,*** momento em que o tema é trabalhado com os estudantes, integrando teoria e prática.

Vale destacar que um aspecto essencial dessa abordagem, segundo a perspectiva freireana, é a identificação de uma contradição sociocultural concreta, isto é, de situações-limites nas quais se evidenciam conflitos. Somente a partir dessas contradições é possível construir um tema gerador capaz de conectar a aprendizagem ao contexto vivido pelos alunos, despertando sua criticidade (Muenchen; Delizoicov, 2014). O tema gerador, portanto, não se resume a uma palavra isolada, mas emerge de uma situação-problema vivenciada pela comunidade.

Assim, uma vez identificado e problematizado o tema gerador a partir da realidade dos estudantes, torna-se necessário organizar os conceitos científicos de maneira estruturada e contextualizá-los no processo de aprendizagem. Nesse sentido, a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), adaptada da proposta freireana, desempenha um papel fundamental ao articular a realidade dos alunos com o conhecimento científico, promovendo uma aprendizagem crítica (Urel, 2022).

2.2 A abordagem dos Três Momentos Pedagógicos

Em 1991, aproximadamente 25 anos após Paulo Freire publicar suas obras centrais, Delizoicov e Angotti (1990) lançaram o livro *Física*, no qual utilizaram os Três Momentos Pedagógicos (3MP) como ferramenta pedagógica para a organização do ensino (Muenchen; Delizoicov, 2014).

Entretanto, foi somente em 2002, com a publicação de *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*, de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), que os 3MP passaram a ser sistematizados como uma abordagem de ensino, inspirada na proposta freireana e adaptada ao contexto do ensino formal (Muenchen; Delizoicov, 2014).

Nessa adaptação, ocorreu também uma mudança na nomenclatura das etapas, conforme apresentado no Quadro 1, embora os objetivos pedagógicos de cada momento tenham sido mantidos.

Quadro 1- Relação entre a abordagem de Freire e Delizoicov

Momento Pedagógico	Abordagem de Freire	Abordagem de Delizoicov
1°	Investigação	Problematização Inicial
2°	Tematização	Organização do Conhecimento
3°	Problematização	Aplicação do Conhecimento

Fonte: Autoria própria (2025)

Problematização Inicial

A problematização inicial constitui o momento de desenvolver o tema gerador identificado pela Investigação Temática. Nessa etapa, o professor apresenta situações que instiguem o pensamento crítico dos estudantes e despertem questionamentos (Urel, 2022).

O professor atua como mediador do processo, conduzindo o diálogo de forma a valorizar tanto as respostas espontâneas dos alunos — que podem já ter tido contato prévio com o conteúdo — quanto às manifestações que revelam a necessidade de construção de novos conhecimentos. Dessa forma, a problematização inicial abre espaço para o saber cotidiano dialogar com o saber científico, criando condições para o avanço na aprendizagem (Delizoicov; Angotti; Pernambucano, 2002).

Organização do Conhecimento

Conforme Delizoicov, Angotti e Pernambucano (2002), a organização do conhecimento corresponde ao momento em que os conceitos científicos são sistematizados de forma mais estruturada. Nessa fase, o professor introduz e organiza os conteúdos da disciplina em relação com as questões levantadas na problematização inicial, dando forma ao conhecimento de modo que os estudantes possam compreendê-lo de maneira consistente.

Para isso, o educador pode recorrer a diferentes recursos metodológicos — como aulas expositivas dialogadas, atividades experimentais, uso do quadro, textos de apoio ou tecnologias digitais — de acordo com os objetivos da aprendizagem e o contexto da turma.

Aplicação do Conhecimento

A aplicação do conhecimento é quando os conceitos estudados são usados para compreender melhor as situações discutidas na problematização inicial. Nesse

momento, o mais importante não é apenas o uso de fórmulas ou cálculos, mas sim a aplicação das ideias científicas para explicar e refletir sobre a realidade.

O objetivo é mostrar o potencial das teorias científicas para dar sentido às situações vividas pelos alunos, ajudando-os a entender o mundo de forma crítica e consciente. Assim, o conhecimento deixa de ser algo distante e passa a ter significado prático e social (Delizoicov; Angotti; Pernambucano, 2002).

2.3 Termodinâmica

Elementos fundamentais da termodinâmica

Os fundamentos da termodinâmica baseiam-se no estudo do **calor** e da **temperatura**, conceitos fundamentais para a compreensão das transformações de energia. Nesse sentido, o calor pode ser compreendido como a energia transferida entre um sistema e seu ambiente em decorrência de uma diferença de temperatura (Halliday; Resnick; Walker, 2009).

A **temperatura**, por sua vez, é uma grandeza amplamente presente no cotidiano, porém frequentemente associada apenas às sensações de quente e frio. Essa associação constitui um equívoco comum, uma vez que tais sensações são resultado do funcionamento do sistema sensorial humano (Halliday; Resnick; Walker, 2009).

Do ponto de vista científico, a temperatura é uma grandeza física relacionada ao grau de agitação térmica das partículas que compõem um corpo (Filho; Silva, 2016). A partir da correta compreensão desse conceito, torna-se possível definir o **equilíbrio térmico**, que Nussenzveig (2014) descreve como “um estado em que nenhuma das variáveis macroscópicas que caracterizam o sistema se modifica com o tempo”.

Existem outros conceitos fundamentais para compreender as trocas de calor, especialmente ao se considerar a massa e a composição química dos corpos envolvidos (Filho;Silva,2016).

Transferência de calor e massa

Em diversos fenômenos naturais e tecnológicos, os processos de transferência de calor e de massa podem ocorrer simultaneamente. Quando esses mecanismos estão associados, tem-se o fenômeno denominado transferência de calor e massa.

A transferência de calor ocorre devido à transferência de energia térmica de um corpo com maior agitação térmica para outro de menor agitação térmica (Halliday; Resnick; Walker, 2009). Essa propagação pode ocorrer de três maneiras distintas: condução, convecção e radiação térmica.

A **condução térmica** é o processo de transferência de energia térmica que ocorre por meio de colisões entre as moléculas, propagando-se da região de maior temperatura para a de menor temperatura quando os corpos estão em contato (Halliday; Resnick; Walker, 2009).

Um exemplo desse processo pode ser observado ao imergir colheres de diferentes materiais — metal, madeira e plástico — em um recipiente com água quente, colocando-se manteiga na extremidade externa. Após alguns minutos, observa-se que a manteiga na colher de metal derrete mais rapidamente do que nas demais, evidenciando as diferentes condutividades térmicas dos materiais.

Nos metais, a presença de elétrons livres favorece uma transferência de calor mais eficiente. Já materiais como madeira e plástico apresentam menor condutividade térmica, o que torna o processo de transferência de energia mais lento.

O fluxo de calor que atravessa um material por condução pode ser expresso matematicamente pela **Lei de Fourier**.

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow \Phi = \frac{k.A.\Delta T}{L} \quad (1)$$

De acordo com essa expressão, a taxa de transferência de calor é diretamente proporcional à condutividade térmica do material, à área de contato e ao gradiente de temperatura, sendo inversamente proporcional à espessura do material atravessado pelo fluxo de calor.

Além da condução, a transferência de energia térmica também pode ocorrer por **convecção**, processo característico de fluidos, como líquidos e gases. Nesse caso, a transferência de calor está associada ao movimento do próprio fluido, que ocorre devido a variações de densidade provocadas por diferenças de temperatura (Halliday; Resnick; Walker, 2009). Um exemplo cotidiano é o funcionamento do ar-condicionado, no qual o ar frio, mais denso, tende a descer, enquanto o ar quente,

menos denso, tende a subir estabelecendo um movimento circulatório conhecido como correntes de convecção.

Outro mecanismo de transferência de energia térmica é a **radiação térmica**, que ocorre por meio da emissão e propagação de ondas eletromagnéticas. Diferentemente dos processos anteriores, a radiação não necessita de um meio material para ocorrer, podendo propagar-se inclusive no vácuo (Halliday; Resnick; Walker, 2009). A energia proveniente do Sol que chega à Terra constitui um exemplo desse tipo de transferência, assim como a emissão de radiação por corpos cuja temperatura esteja acima do zero absoluto (0 K).

Além dos processos de transferência de energia térmica, existem fenômenos físicos que envolvem o transporte de matéria, conhecidos como processos de **transferência de massa.** Esses processos ocorrem quando há deslocamento de matéria devido a um gradiente de concentração, ou seja, quando uma substância se move de uma região de maior concentração para outra de menor concentração (Incropera et al., 2008).

A transferência de massa pode ocorrer de duas formas principais: difusão e convecção mássica. No processo de **difusão**, o transporte de partículas ocorre devido à movimentação das próprias partículas no interior do meio (Incropera et al., 2008).

Uma analogia que auxilia na compreensão desse processo pode ser estabelecida a partir da situação de um surfista em um mar calmo. Para deslocar-se de um ponto a outro, o surfista utiliza as mãos como remos, empurrando a água ao seu redor. Nesse caso, o deslocamento depende da interação direta entre o surfista e o meio em que ele se encontra. De maneira semelhante, na difusão, as partículas se movimentam devido à sua própria agitação e às interações com as partículas do meio.

Em outra situação, o deslocamento do surfista pode ocorrer sem esforço próprio, caso ele seja transportado por uma onda. Nesse caso, o movimento ocorre porque a própria água está em deslocamento, carregando o surfista junto com o fluxo do mar. Essa situação é análoga ao processo de **convecção mássica**, no qual o transporte de uma substância ocorre devido ao movimento macroscópico do fluido que a envolve (Incropera et al., 2008).

Assim, enquanto na difusão o transporte de matéria ocorre devido à movimentação microscópica das partículas, na convecção mássica o deslocamento

está associado ao movimento macroscópico do fluido. Essa analogia do surfista no mar utilizada para explicar esses processos foi adaptada de material didático da Universidade de São Paulo.

A compreensão dos mecanismos de transferência de calor e massa é fundamental para a análise de diversos fenômenos naturais e processos tecnológicos, estando presente em aplicações como processos de secagem, sistemas de refrigeração e transformações de materiais.

2.4 A termodinâmica na produção artesanal de cerâmicas

A produção de cerâmica, também conhecida em algumas regiões como confecção de peças de barro ou de argila, envolve um processo artesanal tradicional. Do ponto de vista científico, a argila é a matéria-prima natural, formada por um conjunto de compostos químicos; o barro corresponde à mistura de argila com água e materiais amorfos; e a cerâmica é o produto final obtido após a modelagem e a queima dessa mistura (Rocha; Suarez; Guimarães, 2014).

Segundo estudos de Silva (2023), a prática de confecção de cerâmicas artesanais no Brasil tem origem entre os povos indígenas da região amazônica, especialmente na Ilha de Marajó, e expandiu-se posteriormente para outras áreas, como o Nordeste, com os povos Tupi-Guarani.

Após a chegada dos portugueses, ocorreram mudanças históricas em todo o território, com a introdução da olaria e do uso do torno (Moraes, 2023). Essa ferramenta facilitou a produção e reduziu o tempo de trabalho, mas muitos artesãos preservaram os conhecimentos herdados dos povos originários. Moraes (2023) destaca: *“Mesmo com a mudança de algumas formas de produzir cerâmica, ainda atualmente as ceramistas possuem suas crenças e formas de respeitar o barro como um instrumento sagrado.”*

Os artesãos da comunidade de Chã da Pia, em Areia (PB), são um exemplo de grupo que mantém essa herança cultural, produzindo objetos manualmente. Nessa comunidade, cuja principal fonte de renda é a agricultura e o artesanato em cerâmica — chamado por eles de *“loiças de barro”* — abrange utensílios culinários, reservatórios e peças decorativas. Na Figura 1, são apresentadas peças produzidas na comunidade, onde o saber é transmitido sobretudo pelas mulheres, reconhecidas

como guardiãs desse patrimônio cultural de grande valor (Barros; Dias; Martins, 2022).

Figura 1-Cerâmicas artesanais da comunidade de Chã da Pia (PB)



Fonte: Autoria própria (2025)

O processo de produção segue etapas semelhantes em diferentes localidades. Em Chã da Pia, por exemplo, as etapas são bem definidas e incluem a coleta e o transporte da matéria-prima, a constituição da pasta, a modelagem manual, a secagem natural e, por fim, a queima em fornos (Silva, 2023). Dependendo da peça, ocorre ainda a pintura e o revestimento final. Trata-se de uma prática cultural exigente, mas, ao mesmo tempo rica, que carrega saberes históricos de diversos povos e incorpora, de maneira concreta, conhecimentos da Física, em específico da termodinâmica.

Durante a secagem, ocorre simultaneamente transferência de calor e de massa no material. O calor é transferido para a peça principalmente por condução e convecção, fornecendo a energia necessária para a evaporação da água presente na argila (Rosario; Silva, 2020).

À medida que a água evapora, ocorre o deslocamento entre as partículas por processos de difusão e convecção de mássica, favorecendo a aproximação entre elas e o estabelecimento de ligações físicas e químicas mais fortes, o que confere maior estabilidade e endurecimento ao material.

Nesse estágio, verifica-se também a retração linear, caracterizada pela redução do tamanho da peça. Por essa razão, a secagem deve ocorrer em ambiente fechado

e protegido da radiação solar direta, a fim de evitar evaporação desigual, que poderia provocar tensões internas e, consequentemente, o surgimento de fissuras.

Além disso, caso a peça seja submetida ao forno ainda com teores significativos de umidade, a evaporação súbita da água residual pode provocar explosões internas ou deformações irreversíveis, comprometendo todo o processo de queima (Gomez et al., 2020).

Na etapa de queima, as peças de cerâmica são submetidas a altas temperaturas em fornos ou fornalhas, provocando transformações físicas e químicas na argila, convertendo-a em um material sólido e resistente (Rocha; Suarez; Guimarães, 2014). A Figura 2 apresenta um dos tipos existente de fornos artesanais utilizado nesse processo, permitindo visualizar a estrutura do forno e compreender como ocorre a transferência de energia térmica para as peças cerâmicas.

Figura 2- Fornos artesanais presentes na comunidade de Chã da Pia (PB)



Fonte: Autoria própria (2025)

O aquecimento das peças no interior do forno ocorre principalmente por condução e convecção térmica (Rosario; Silva, 2020). A fonte de calor é a queima da lenha, que fornece energia térmica capaz de aquecer gradualmente o forno e, por condução, a energia térmica é transferida para as cerâmicas no interior.

Ao absorver essa energia, as peças aumentam sua energia interna, desencadeando reações químicas que modificam a estrutura cristalina da argila (Rocha; Suarez; Guimarães, 2014). Esse processo envolve também a

movimentação microscópica das partículas, associada a processos de difusão de massa, resultando em maior endurecimento e resistência mecânica do material.

Paralelamente, ocorre a convecção térmica e de mássica, processo em que o ar aquecido e outras substâncias gasosas próximo ao fogo se torna menos denso e se desloca para as regiões superiores do forno, enquanto o mais denso desce, favorecendo a distribuição de temperatura e formando correntes de convecção (Rosario; Silva, 2020). Essas correntes favorecem tanto a distribuição do calor quanto o transporte de massa, removendo a umidade liberada pelas peças e conduzindo gases pelo interior do forno.

A radiação térmica, por sua vez, é percebida intensamente pelo artesão que se aproxima da fornalha (Rosario; Silva, 2020). Essa forma de propagação do calor ocorre por meio de ondas eletromagnéticas, atingindo diretamente o corpo do artesão e fazendo com que ele sinta o calor mesmo sem contato direto com o ar quente ou as paredes do forno.

Embora não dominem o conhecimento acadêmico formal, os artesãos constroem, a partir da experiência e do senso comum, uma compreensão prática de fenômenos físicos, como temperatura, calor e equilíbrio térmico (Rosario; Silva, 2020). Segundo relato:

> *"O tempo no forno é de acordo com a peça. Olho a espessura 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. Depois, vai passando a quentura para as outras peças que estão em cima, até o ponto em que as peças ficam na mesma temperatura"* (Rosario; Silva, 2020).

Esse exemplo evidencia que os ceramistas tradicionais, ao longo de gerações, cultivaram e transmitiram um saber que dialoga com conceitos fundamentais da Física. Ainda que seja um conhecimento empírico, ele possui grande relevância, pois rompe com a visão urbanocêntrica da ciência e valoriza os saberes culturais — algo fortemente defendido por Paulo Freire (Brick et al.,2014).

De forma semelhante, os estudantes também trazem consigo conhecimentos do senso comum, derivados de suas experiências e vivências culturais. Quando esses saberes culturais são incorporados ao processo educativo, tornam-se um recurso importante para a construção de aprendizagens significativas, uma vez que estabelecem vínculos entre o conhecimento científico e a realidade sociocultural dos estudantes.

2.5 Revisão bibliográfica

Para a realização do levantamento bibliográfico, foram utilizadas as plataformas Google Acadêmico e Portal de Periódicos da CAPES, considerando publicações no período de 2016 a 2026. A busca teve como objetivo identificar trabalhos acadêmicos relacionados à aplicação dos 3MP no ensino de Termodinâmica.

As expressões “Três Momentos Pedagógicos”, “ensino”,“Termodinâmica” e “transferência de calor” foram utilizadas como palavras-chave nas buscas. Verificou-se a existência de poucos trabalhos que abordassem a aplicação dessa metodologia especificamente no tratamento de conceitos termodinâmicos.

2.5.1 Os Três Momentos Pedagógicos e a Termodinâmica

A utilização da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) no ensino, especialmente no ensino de Física, justifica-se pela preocupação em superar práticas pedagógicas mecanizadas e favorecer a construção de aprendizagens mais significativas (Bonfim; Nascimento, 2018). No caso da Termodinâmica, trata-se de um conteúdo repleto de aplicações no cotidiano, como a garrafa térmica, a geladeira e diversos processos envolvendo energia térmica, mas o que muitas vezes não é percebido pelos estudantes devido a essas práticas mecanizadas.

Bonfim e Nascimento (2018) realizaram uma revisão bibliográfica de produções acadêmicas que empregaram os Três Momentos Pedagógicos no ensino básico de Física entre 2007 e 2017. Os resultados revelaram escassez de pesquisas, com poucos trabalhos identificados e apenas um estudo envolvendo Termodinâmica ao longo de uma década, publicado em 2015. Esse dado evidencia uma lacuna na literatura e reforça a necessidade de investigações que articulem os 3MP com temas fundamentais da Física.

Entre as iniciativas encontradas, Muchenski, Guedes e Pheper (2017) investigaram a aplicação dos Três Momentos Pedagógicos no ensino de Termodinâmica, abordando o funcionamento de um motor a quatro tempos e o conceito de entropia. Para isso, utilizaram situações problematizadoras e simuladores. No entanto, os autores introduziram conteúdos conceituais na aplicação, contrariando a lógica teórica do terceiro momento pedagógico, que deveria retomar a problematização inicial.

A formação docente também revela desafios semelhantes. Merlim et al. (2022) relataram observar essa mesma dificuldade em um minicurso fundamentado nos 3MP, no qual os professores, após vivenciarem uma sequência didática sobre a Primeira Lei da Termodinâmica, elaboraram, em grupos, propostas baseadas nessa abordagem.

Embora os docentes tenham compreendido a problematização inicial como geradora de conflito cognitivo, apresentaram dificuldades na organização do conhecimento, marcadas por aulas expositivas e pelo uso restrito de recursos didáticos, e na falta de retomada da problematização no terceiro momento (Merlim et al., 2022).

Já Vicari e Carvalho (2019) observaram variação no engajamento estudantil em sequências fundamentadas nos 3MP, incluindo a construção de um motor de Stirling. Em algumas turmas, houve elevado engajamento, principalmente durante a problematização inicial, evidenciando mobilização de conhecimentos prévios e o desconforto cognitivo pretendido. Em outra turma, contudo, a participação foi limitada, especialmente na elaboração dos mapas conceituais, reforçando que a efetividade prática dos 3MP depende tanto da mediação docente quanto de fatores contextuais externos.

Esses resultados indicam que a implementação dos 3MP enfrenta obstáculos recorrentes, especialmente na articulação entre a sistematização conceitual e a aplicação prática. Nesse contexto, Silva (2021) apresenta um produto didático bem estruturado para o ensino da Primeira Lei da Termodinâmica, articulando os 3MP com elementos da História da Ciência e oferecendo orientações ao docente, com destaque para a importância de não responder imediatamente às questões iniciais.

Contudo, a sequência não foi aplicada em contexto escolar, evidenciando a carência de estudos que testem na prática propostas capazes de articular de forma consistente cada momento do 3MP com o ensino da Termodinâmica.

Outra questão identificada é que em nenhuma das pesquisas analisadas foi identificada a realização da Investigação Temática como procedimento sistemático para a construção da problematização inicial, o que não é uma regra, uma vez que a literatura aponta diferentes formas de aplicação da Investigação Temática (IT) no ensino de Ciências e de Física. Em alguns estudos, as etapas da IT são adaptadas, iniciando-se a partir de problemáticas já presentes na realidade dos estudantes; em outros, segue-se o processo completo proposto por Freire.

Contudo, a utilização das etapas da IT podem auxiliar no planejamento da sequência didática e aproximação dos pressupostos de Paulo Freire. Solino e Gehlen (2015), por exemplo, desenvolveram uma proposta fundamentada na Investigação Temática com a temática “Rio Cachoeira: que água é essa?”, visando ao trabalho dos conceitos de volume e densidade a partir da problematização da poluição dos rios da região.

Já Lima et al. (2021) utilizaram o tema “Café e resíduos domésticos” para abordar as etapas da produção do café no ensino de Ciências em uma turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA). Em ambos os trabalhos, os autores recorrem às etapas da Investigação Temática para a identificação do tema gerador, por meio da aplicação de questionários e da codificação da situação.

Apesar desses avanços, observa-se que ainda são limitados os estudos que investiguem a implementação dos 3MP e da IT, bem como seus objetivos pedagógicos e os efeitos no engajamento e na construção do conhecimento.

Diante desse cenário, a presente pesquisa visa investigar as contribuições dessas propostas, ao mesmo tempo em que propõe sua articulação, buscando também evidenciar a relevância das cerâmicas artesanais — objetos culturalmente preservados, mas frequentemente compreendidos apenas a partir de uma perspectiva prévia.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é de natureza qualitativa, do tipo aplicada e com objetivo exploratório (Gil, 2002), uma vez que busca analisar a aprendizagem de conceitos de Termodinâmica a partir da aplicação de uma sequência didática fundamentada na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, caracteriza-se como uma pesquisa de campo (Gil, 2002), visto que foi realizada em contexto escolar. Nesse sentido, considerando as características da pesquisa, o percurso metodológico foi delineado com base nos pressupostos da Pesquisa Baseada em *Design* (PBD) (Kneubil; Pietrocola, 2017).

A Pesquisa Baseada em *Design*, também conhecida como *Design-Based Research* (DBR) em outros países, foi proposta por Brown e Collins (1992) e caracteriza-se como uma perspectiva metodológica que busca integrar teoria e prática por meio de ciclos iterativos de planejamento, implementação, e avaliação (Kneubil; Pietrocola, 2017).

Inicialmente, são definidos os *princípios de design*, fundamentados em aportes teóricos que sustentam a proposta pedagógica. Em seguida, ocorre a fase de *desenvolvimento*, na qual é elaborado o produto educacional. Posteriormente, o produto é *implementado* em um contexto real de ensino, sendo seguida pela análise dos *resultados*, etapa que possibilita identificar ajustes e aprimoramentos necessários, dando início a um novo ciclo denominado *re-design* (Kneubil; Pietrocola, 2017).

Considerando os pressupostos da PBD, o desenvolvimento da pesquisa ocorreu nas seguintes etapas:

(I) Princípios de design

Diante da problemática relacionado à dificuldade dos estudantes em interpretar situações do cotidiano a partir de uma perspectiva científica, e o problema de pesquisa identificado, optou-se pela utilização da abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (3MP) como o aporte teórico para o desenvolvimento da proposta didática. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica, com o objetivo de fundamentar teoricamente a abordagem adotada e a elaboração da sequência didática.

(II) Design

No processo de elaboração do produto didático foram planejadas diferentes estratégias didáticas, como experimentos sensoriais, análise de reportagens, utilização de slides e construção de uma maquete, buscando contemplar as especificidades de cada momento pedagógico.

Também foram elaborados instrumentos de coleta de dados e avaliação, como um questionário de sondagem, visando identificar o tema gerador relacionado às cerâmicas artesanais — popularmente conhecidas como peças de barro — e a possíveis contradições socioculturais presentes no cotidiano dos estudantes.

Além disso, foram planejados pré-testes e pós-testes, utilizados para analisar as concepções dos estudantes antes e após a intervenção didática. O Quadro 2 apresenta a descrição da sequência didática aplicada, a qual se encontra detalhada nos apêndices deste trabalho.

Quadro 2– Sequência Didática sobre a Termodinâmica da Cerâmica Artesanal

ETAPAS	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES	TEMPO
PRIMEIRO MOMENTO problematização inicial	Aplicação de questionário para o levantamento preliminar	20 min
	Aplicação de pré-teste	30 min
	Experimento sensorial com duas amostras de água (uma reservada em filtro de barro e outra em garrafa pet).	50 min
	Dialogo sobre os mitos relacionados ao filtro de barro.	
	Experimento investigativo com a argila crua, analisando os efeitos ao depositar água sobre sua superfície.	
	Discussão e apresentação da problematização central: ***"Por que o filtro de barro e outros objetos de cerâmica não se dissolvem mesmo quando armazenam água em seu interior?"***.	

SEGUNDO MOMENTO organização do conhecimento	Apresentação de vídeo sobre a produção de objetos de argila na comunidade de Chã da Pia-Areia (PB)	1h40min
	Aula expositiva dialogada sobre as transferências de calor utilizando slides e maquete de um forno artesanal.	
	Construção de mapa mental sobre os conceitos termodinâmicos na produção de cerâmicas artesanais.	
TERCEIRO MOMENTO aplicação do conhecimento	Discussão e retomada da problematização: ***"Por que o filtro de barro e outros objetos de cerâmica não se dissolvem mesmo quando armazenam água em seu interior?"***.	50 min
	Aplicação de Pós-teste	
	Dialogo com estudantes	10min

Fonte: Autoria própria (2025)

(III) Implementação

O estudo foi realizado com estudantes do 2º ano do Ensino Médio, em uma escola estadual situada na cidade de Campina Grande (PB). A sequência didática apresentada no Quadro 2 foi aplicada ao longo das aulas da disciplina de Física, sob a supervisão do professor preceptor do estágio.

Inicialmente, no primeiro momento, realizou-se o preenchimento de um questionário de sondagem como etapa preliminar da Investigação Temática (IT), seguido de uma aula destinada à discussão e à apresentação do tema gerador. Em seguida, no segundo momento, foram realizadas duas aulas expositivas dialogadas para a organização do conhecimento. Por fim, no terceiro momento, ocorreu a retomada da discussão inicial, bem como a aplicação do pós-teste. Após alguns dias, foi realizada uma entrevista aberta com alguns estudantes, caracterizada pela ausência de um roteiro estruturado, com o objetivo de explorar suas percepções acerca da sequência didática

(IV) Resultados

Os materiais que fizeram parte da composição do *corpus* desta pesquisa incluíram o diário de bordo, as respostas escritas dos estudantes nos pré-testes e

pós-testes, a gravação de áudio das aulas e diálogos realizados com alguns estudantes após a finalização da sequência didática.

Os dados foram analisados por meio da análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2016). O processo contemplou as etapas de pré-análise, na qual foi realizada uma leitura flutuante do material; exploração do material, com a definição das categorias de análise; e, por fim, o tratamento e interpretação dos dados, etapa em que os resultados foram organizados e analisados à luz do referencial teórico adotado.

(V) Re-design

Baseado nos resultados obtidos pela análise efetuada, na etapa do *Re-design* foi posto em ação momentos de reflexão que fundamentaram a maneira pela qual a sequência poderia ser aprimorada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Investigação Temática

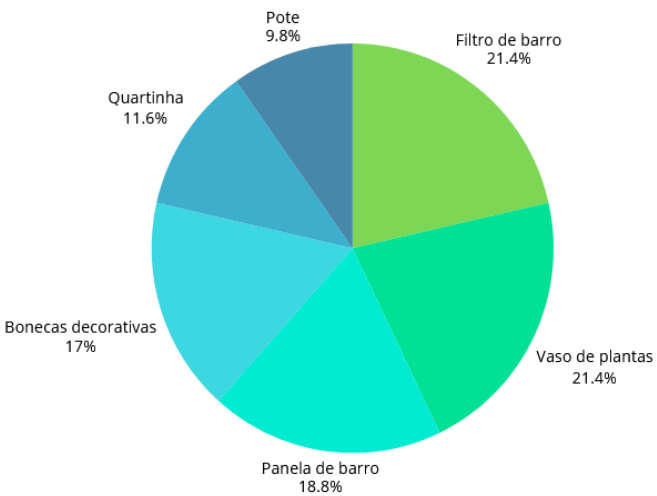
Objetos cerâmicos, que popularmente são conhecidos como objetos feitos de barro, tais como filtros, vasos de planta, panelas e outros utensílios são bastante presentes na realidade dos indivíduos em geral. Esses materiais são economicamente acessíveis para grande parte da população brasileira e continuam sendo preservados por motivos culturais.

A cidade de Campina Grande, onde a pesquisa foi realizada, possui forte presença desses artefatos: há restaurantes temáticos que utilizam utensílios artesanais, feiras locais que comercializam as peças e, além disso, a região está próxima de áreas de produção artesanal, por exemplo, Chã da Pia-Areia (PB). Esse contexto reforça a pertinência sociocultural do tema.

Dessa forma, tomou-se como hipótese inicial que as cerâmicas estavam inseridas de forma direta ou indireta na vida dos estudantes. Para verificar a relevância do tema, realizou-se um levantamento preliminar por meio da aplicação de um questionário sobre cerâmicas artesanais, utilizando-se o termo objetos de barro, por ser mais presente na cultura local.

O instrumento aplicado teve como objetivo identificar quais objetos eram conhecidos pelos estudantes, quais estavam presentes em suas residências ou na casa de familiares e se já haviam tido alguma experiência com a produção desses objetos. Participaram dessa sondagem 25 estudantes, cujos dados são apresentados na Figura 3.

Figura 3- Percepção dos estudantes sobre cerâmicas artesanais

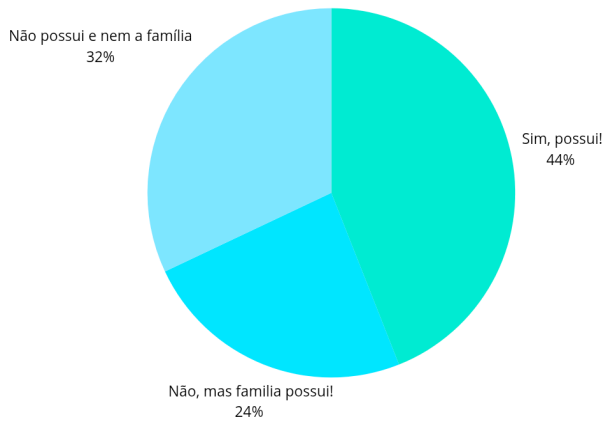


Fonte: Autoria própria (2025)

A partir dos dados apresentados na Figura 3, verificou-se que os estudantes, em geral, possuíam interações frequentes com cerâmicas artesanais. Embora alguns deles não utilizassem esses materiais diariamente, tais objetos não eram estranhos à sua realidade e faziam parte de suas percepções. Entre os itens citados, o filtro de barro e o vaso de plantas foram os mais reconhecidos, com 24 dos respondentes (21,4%) afirmando conhecê-los.

Buscou-se também identificar se esses objetos estavam presentes no cotidiano doméstico dos estudantes. Para isso, perguntou-se quais cerâmicas artesanais eles possuíam em casa. Os resultados dessa etapa são apresentados no gráfico a seguir:

Figura 4- Presença de peças de cerâmicas artesanais nos lares



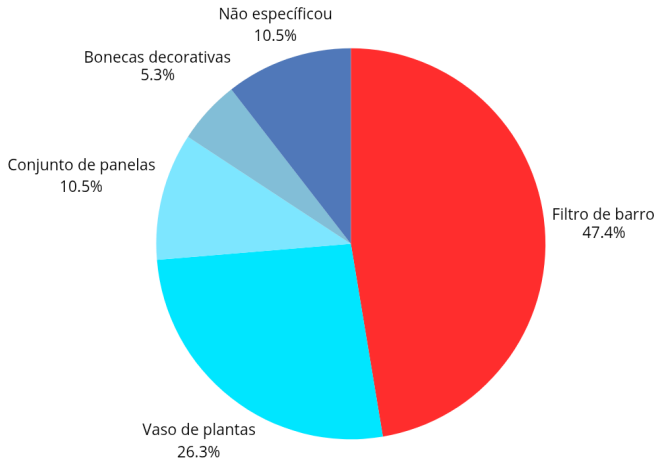
Fonte: Autoria própria (2025)

Os dados apresentados na Figura 4 indicaram que a hipótese inicial de que peças de cerâmica faziam parte da realidade dos estudantes poderia ser aceita. Observou-se que 17 dos estudantes (64%) possuíam essas peças em seus próprios lares ou nos lares de familiares próximos. Embora 8 não tivessem cerâmicas em suas próprias casas (24%), o fato de terem contato com esses objetos na casa de parentes indicou que eles ainda estavam inseridos, mesmo que de forma indireta, no contexto sociocultural dos estudantes.

Buscando identificar quais eram esses objetos, verificou-se novamente que o popularmente conhecido filtro de barro apareceu como um dos itens mais presentes

e utilizados, sendo mencionado por 9 dos participantes (47,4%), como mostra a Figura 5.

Figura 5-Caracterização das cerâmicas artesanais presente nos lares



Fonte: Autoria própria (2025)

A partir da análise da Figura 5, observou-se uma variação na presença de peças de cerâmica nos lares dos estudantes, e também se questionou se eles conheciam alguém que produzia cerâmicas. Cinco estudantes responderam afirmativamente. Além disso, quando questionados sobre experiências práticas com a produção desses objetos, quatro estudantes afirmaram já ter tido algum tipo de contato. Seus relatos incluíram:

> Sim, é um pouco difícil fazer objetos (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).
>
> Sim, gostei muito da experiência (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).
>
> Já, tentei fazer uma bacia (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).
>
> Sim, eu arrancava barro de um local que tinha no meu condomínio (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).

No que diz respeito aos conhecimentos físicos envolvidos na produção desses materiais, vinte estudantes afirmaram não saber responder. Os demais apresentaram explicações baseadas em seus conhecimentos prévios, ainda que articulassem alguns conceitos científicos. Entre as respostas, destacaram-se:

> Não muito, mas sei que ele isola a temperatura de dentro para fora; não tem contato com o calor de fora (Resposta de estudantes, Pré-teste, 2025).
>
> O barro é poroso, por exemplo, no filtro; a água toma o calor da moringa… e acaba tendo relação com a física (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).

> Cinética para formar o objeto (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).
>
> Sim, o uso da cinética é para mudar o formato (às vezes) (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).
>
> É um ótimo isolante térmico (Resposta de estudantes, Pré-teste, 2025).
>
> Leis da termodinâmica, temperatura e calor (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).
>
> Mais ou menos. Sei que tem argila envolvida (Resposta de estudante, Pré-teste, 2025).

Essas respostas revelaram que, embora a maioria dos estudantes não conseguisse identificar de forma precisa os conceitos físicos relacionados à produção de cerâmica, alguns procuraram mobilizar noções intuitivas sobre propriedades térmicas, porosidade, processos de transformação e características dos materiais. Tais percepções, ainda que incompletas, poderiam servir como ponto de partida para a construção de conhecimentos científicos mais estruturados.

A partir desse levantamento preliminar, constatou-se que as cerâmicas artesanais, especialmente o popular filtro de barro, faziam parte do cotidiano dos estudantes, configurando-se como contexto significativo para o ensino de Termodinâmica. Essa constatação possibilitou avançar para a etapa de codificação, com foco na identificação das contradições socioculturais relacionadas ao uso desse objeto.

Duas contradições destacaram-se nesse processo. A primeira referiu-se à circulação de informações falsas em redes sociais, segundo as quais o filtro de barro poderia causar prejuízos à saúde por liberar bicarbonato de sódio na água ou outros resíduos nocivos. Tais alegações já haviam sido desmentidas por órgãos como o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), que atestaram a segurança do produto.

A segunda contradição referiu-se à percepção de que o filtro alterava o gosto da água. Essa interpretação associou-se ao fato de o objeto ser produzido a partir da argila, levando à crença de que o material liberaria resíduos, o que explicaria a sensação de “gosto de barro”. Contudo, conforme indicado no manual da Cerâmica Stéfani (Cerâmica Stéfani S.A., 2022), podem ocorrer leves alteraçoes no sabor e no odor da água nos primeiros usos, característica própria do material cerâmico, mas não representa risco à saúde e tendendo a desaparecer com o uso contínuo.

A etapa de decodificação consistiu na análise dessas percepções à luz do conhecimento científico. Inicialmente, esclareceu-se que a vela filtrante não era composta por bicarbonato de sódio, mas por carvão ativado, substância segura e amplamente utilizada na purificação de água devido à sua capacidade de absorver impurezas. Além disso, a porosidade do corpo cerâmico permite a lenta passagem da água e favorece o resfriamento por evaporação, explicando seu funcionamento sem qualquer liberação de substâncias prejudiciais.

Em relação ao sabor da água, caso essa alteração fosse identificada, seria esperado que a cerâmica se tornasse maleável com o tempo, como ocorre com a argila não submetida à queima, que se desfaz em contato com a água. Nessa hipótese, haveria liberação contínua de resíduos da argila, o que não condiz com o comportamento observado no filtro de barro.

Do ponto de vista científico, a resistência do material está associada aos processos de secagem e, sobretudo, de queima, nos quais ocorrem transformações permanentes decorrentes das transferências de calor. Essas transformações promovem a consolidação estrutural da cerâmica, tornando-a rígida, estável e resistente ao contato com a água, não ocorrendo liberação de resíduos durante seu uso.

A partir desse processo de decodificação, definiu-se o tema gerador: ***"Por que o filtro de barro e outros objetos de cerâmica não se dissolvem mesmo quando armazenam água em seu interior?"***.

A etapa de redução temática foi organizada considerando os principais conceitos termodinâmicos envolvidos no fenômeno, como temperatura, calor, capacidade térmica, calor específico, evaporação, transferência de calor (condução, convecção e radiação). A Figura 6 apresenta uma síntese do processo realizado.

Figura 6-Esquema da Investigação temática para obter o Tema Gerador



Fonte: Autoria própria (2025)

4.2 Desenvolvimento em sala de aula com os 3MP

Problematização do conhecimento

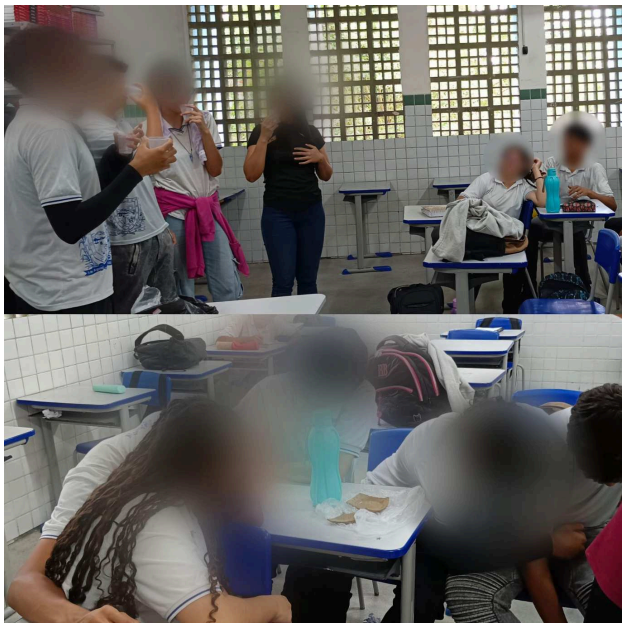
As aulas foram desenvolvidas com uma boa participação dos estudantes, nas quais se observou envolvimento em todas as etapas da proposta. No experimento de percepção sensorial, apenas um estudante relatou sentir diferença no gosto das águas — curiosamente, na água de garrafa PET — enquanto todos os demais afirmaram não identificar distinções ou sabores desagradáveis.

Ao revelar que uma das amostras era de um filtro de barro, os alunos demonstraram surpresa, pois acreditavam ter ingerido água idêntica. Alguns relataram possuir filtros de barro em casa e não acreditarem em mitos relacionados a prejuízos à saúde, o que demonstra uma postura crítica diante de informações falsas.

Durante o experimento com a amostra de argila, os estudantes inicialmente encararam a atividade como simples, mas logo demonstraram curiosidade ao observar o desmanchamento do material em contato com a água. Manipularam as

amostras, levantaram hipóteses e buscaram explicar o fenômeno. A Figura 7 apresenta um registro desse momento.

Figura 7-Momento de problematização com experimentos sensoriais



Fonte: Autoria própria (2025)

Quando questionados sobre o motivo de objetos feitos de argila não se desfazerem, muitos atribuíram a resistência à composição do material. A partir desse ponto, conduziu-se uma reflexão e uma aluna sugeriu que a queima no forno seria responsável pelo endurecimento, baseando-se em experiências que já havia observado em indústrias.

Outro estudante mencionou o *“calor sensível”* sendo a *“capacidade do material de variar a temperatura”*, indicando tentativa de mobilização de conceitos científicos. Tais manifestações indicam que os experimentos cumpriram a função de explicitar e mobilizar conhecimentos prévios.

Com o intuito de aproximar o conteúdo da realidade da turma, questionou-se quem possuía utensílios feitos de argila em casa. Uma aluna relatou ter panelas e travessas, e esse relato foi utilizado para reforçar que esses objetos, ao contrário da amostra, não se desfazem ao serem lavados, provocando reflexão.

Ao aprofundar a discussão direcionando a produção da cerâmica, os alunos mencionaram materiais e etapas do processo (barro, areia, água, modelagem) e até mesmo o uso do torno, ainda que inicialmente sem recordar o nome. Uma aluna explicou que uma peça recém-modelada não poderia ser colocada diretamente no

forno, pois ainda estaria úmida e não resistiria à alta temperatura. Isso demonstra que de fato o tema gerador aplicado integrou o repertório sociocultural da turma.

Ao discutir o processo de secagem e queima, surgiram hipóteses divergentes: alguns acreditavam que o sol seria suficiente para endurecer a peça, enquanto outros defendiam a necessidade de temperaturas superiores a 100 °C. Uma aluna insistiu na hipótese de que o sol era responsável pelo endurecimento, insistindo a confirmação da professora, demonstrando envolvimento na argumentação. Desse modo, observou-se que a problematização atingiu seu objetivo ao provocar interesse e engajamento investigativo, um movimento que pode ser associado à ideia de “fisgar os peixes” (Urel,2022).

Organização do conhecimento

Na etapa de organização do conhecimento, como ilustra a Figura 8, a exibição da reportagem sobre a comunidade de Chã da Pia foi acompanhada por todos os estudantes, o que gerou interesse. Durante a explicação com slides, houve momentos de oscilação na atenção, mas a atenção foi retomada quando o tema da cerâmica voltava à discussão.

Foi promovido um debate acerca da diferença entre barro e argila. Dois estudantes apresentaram hipóteses distintas: para um, tratava-se do mesmo material com denominações diferentes; para outro, haveria diferenças em sua composição. As contribuições foram posteriormente validadas e esclarecidas. Muitos demonstraram curiosidade em conhecer a comunidade e observar o processo real de produção.

Figura 8-Momento de organização do conhecimento



Fonte: Autoria própria (2025)

Na continuidade das aulas, o número de estudantes aumentou de 16 para 24, o que trouxe desafios, visto que parte da turma não havia participado da problematização inicial. Realizou-se, portanto, uma revisão dos conceitos termodinâmicos antes de dar prosseguimento à sequência didática.

A Figura 9 apresenta a maquete do forno artesanal, confeccionada com isopor e argila. Alguns estudantes manusearam o modelo e formularam questionamentos, como a possibilidade de substituir a lenha por carvão e se temperaturas excessivamente elevadas poderiam provocar rachaduras na peça.

Figura 9-Maquete de forno artesanal



Fonte: Autoria própria (2025)

A maquete foi mencionada nos diálogos durante a finalização da sequência didática, quando um estudante a utilizou como referência para fundamentar sua explicação acerca do endurecimento da argila. Tal retomada indicou que o recurso didático contribuiu para a articulação entre o processo real de produção e o conceito científico trabalhado.

Assim como observado por Vicari e Carvalho (2019), também se identificaram indícios de menor engajamento de alguns estudantes durante a construção do mapa mental. Esse comportamento pode estar relacionado ao fato de a atividade constituir-se como uma tarefa de sistematização, que exige síntese e maior esforço cognitivo por parte dos estudantes. Ressalta-se que o mapa mental não foi utilizado como instrumento formal de avaliação no âmbito da presente pesquisa, mas como exercício de organização conceitual.

Apesar dessas manifestações, o momento de organização do conhecimento alcançou seu propósito formativo, ao favorecer a sistematização dos conceitos termodinâmicos com a utilização de diferentes recursos visuais e materiais concretos.

Aplicação do conhecimento

Na retomada da problematização inicial, os estudantes foram novamente convidados a explicar por que a amostra de argila crua se desmanchava, enquanto os objetos como o filtro de barro permanecia íntegro. As respostas iniciais ainda apresentavam explicações baseadas no senso comum, como a ideia de que o objeto “foi assado” ou recebeu uma “blindagem”. Contudo, o aprofundamento das questões conduziu a justificativas mais elaboradas, envolvendo a retirada de umidade, a solidificação do material e referências a transformações químicas, o que aponta a relevância dos conhecimentos prévios no processo de aprendizagem e do direcionamento do educador.

Observou-se avanço quando os estudantes passaram a relacionar a resistência da cerâmica à exposição a altas temperaturas, mencionando valores próximos a 900 °C. Retomaram-se conceitos fundamentais ao questionar o que se entende por temperatura e calor, conduzindo os estudantes à definição de temperatura como agitação molecular e calor como energia transferida entre corpos a diferentes temperaturas.

Na comparação entre cerâmica e alumínio, discutiu-se a diferença na condução de calor, sendo o alumínio reconhecido como material que aquece mais rapidamente. Ainda que tenham ocorrido ajustes conceituais ao longo do diálogo, a discussão permitiu que os estudantes articulassem propriedades térmicas dos materiais ao contexto da produção da cerâmica.

Ao final, compreendeu-se que tanto a secagem quanto a queima constituem etapas indispensáveis para que a cerâmica artesanal adquira resistência, envolvendo processos de condução, convecção e radiação. Esse momento ainda demandou mediação docente para os estudantes conseguirem aplicar os conceitos à questão geradora — *“Por que o filtro de barro e outros objetos de cerâmica não se dissolvem mesmo quando armazenam água em seu interior?”* — evidenciando a presença de conhecimentos prévios.

Ainda assim, o terceiro momento alcançou seu objetivo ao evidenciar o potencial explicativo da Termodinâmica para interpretar situações concretas vivenciadas pelos estudantes.

4.3 Análise do *corpus*

Concluídas as etapas de planejamento e aplicação da sequência didática, foi dado início à análise de conteúdo do *corpus*, composto pelas transcrições das aulas, pelos diálogos estabelecidos com os estudantes após os encontros e pelos registros escritos do pré-teste e do pós-teste. A análise foi orientada pelos pressupostos metodológicos de Bardin (2016), respeitando as fases de pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

4.3.1 Processo analítico do *corpus*

A pré-análise consistiu na leitura flutuante do material, com o objetivo de estabelecer um primeiro contato com os dados e selecionar os documentos pertinentes à investigação. Foram considerados, para composição do *corpus* efetivo, todos os trechos nos quais os estudantes explicitavam suas concepções acerca dos conceitos trabalhados ao longo da sequência didática.

Na fase de exploração do material, identificaram-se aproximações conceituais entre diferentes respostas. Formulações como *“Calor é um estado”* e *“Calor é quando está quente*” (Estudante, resposta no pré-teste), embora distintas em sua estrutura linguística, foram agrupadas em uma mesma unidade de contexto, por

evidenciarem associação às percepções sensoriais. O registro sistemático dessas aproximações possibilitou o processo de categorização.

Conforme ressaltado por Maria Laura P. B. Franco (2005), a construção das categorias pode ocorrer por dois caminhos metodológicos: *a priori* ou *a posteriori*. As categorias *a priori* são definidas previamente ao início da análise, orientadas por um referencial teórico que delimita os eixos de investigação. Já as categorias *a posteriori* emergem do contato sistemático com os dados, sendo estruturadas a partir das regularidades identificadas nos dados, sendo posteriormente organizadas e interpretadas à luz de um referencial teórico (Franco, 2005).

Vale destacar que, no presente estudo, o referencial teórico dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), proposto por Delizoicov e Angotti e Pernanbucano (2002), orientou a definição inicial das categorias analíticas nomeadas como Conhecimento Prévio e Conhecimento Científico, configurando, portanto, categorias do tipo *a priori*.

De maneira análoga, a análise das expressões, tanto escritas quanto orais, elaboradas pelos estudantes ao longo da sequência didática fundamentou a definição das categorias: Conhecimento Prévio e Conhecimento Científico. Essas categorias foram definidas a partir da imersão no *corpus,* em um movimento de leitura e releitura, e como tais categorias não foram definidas antes da análise, essas são denominadas como categorias a *posteriori*. Assim, a organização categorial resultou de um duplo percurso metodológico: partiu-se de referenciais teóricos previamente estabelecidos e, simultaneamente, com base no material empírico.

Estabelecidas as categorias e suas respectivas unidades de contexto — percepção sensorial, percepção social, conhecimento explícito e conhecimento implícito — iniciou-se o processo de interpretação dos dados. O Quadro 3 apresenta a síntese dessa organização analítica.

Quadro 3 – Categorias e unidades de contexto elaboradas

Categorias	Unidades de contexto
Conhecimento Prévio	percepção sensorial
	percepção social
Conhecimento Cientifico	conhecimento explicito

	conhecimento implícito

Fonte: Autoria Própria (2026)

Na categoria **Conhecimento Prévio** foram agrupadas as respostas fundamentadas em experiências cotidianas, percepções sensoriais e saberes socialmente compartilhados, incluindo interpretações provenientes do contexto escolar imprecisas do ponto de vista científico.

As unidades de contexto dessa categoria corresponderam à **percepção sensorial**, quando a explicação se baseava predominantemente nos sentidos humanos, como na associação entre calor e sensação térmica, e à **percepção social**, quando as respostas mobilizavam explicações construídas no âmbito sociocultural, não restritas à experiência individual, mas ancoradas em vivências coletivas e referências socialmente compartilhadas (Pozo et al.,1991).

A categoria **Conhecimento Científico**, por sua vez, reuniu afirmações que demonstraram alinhamento, ainda que parcial, com o conceito científico formal trabalhado na sequência didática. Nessa categoria foram identificadas duas unidades de contexto: **conhecimento explícito**, caracterizado pela articulação direta de conceitos científicos e uso de terminologia específica, e **conhecimento implícito**, quando a explicação apresentava coerência conceitual, ainda que sem o emprego formal da nomenclatura técnica.

O conhecimento explícito pode ser exemplificado pelo seguinte diálogo, realizado no final da sequência didática:

> ***Professora:*** *Por que o objeto de argila, conhecido popularmente como objetos de barro, não se desfaz quando colocamos água dentro dele?*
> ***Estudante:*** *Eu acho que é porque ele vai para o forno, aí solidifica a peça.*
> ***Professora:*** *E só essa etapa de levar ao forno deixa o objeto resistente?*
> ***Estudante:*** *Tem a secagem também, que a senhora falou que eles deixam alguns dias para a água evaporar, e aí ela já vai ficando mais resistente.*
> ***Professora:*** *E essa evaporação ocorre por quê, você lembra?*
> ***Estudante:*** *O ambiente cede calor para o objeto de barro, fazendo a água evaporar.*
> ***Professora:*** *Você sabe como esse processo se chama?*
> ***Estudante:*** *Não lembro muito, professora, mas eu sei que tem a condução e a convecção.*
> ***Professora:*** *E essas formas de propagação do calor são só na secagem ou também na queima?*
> ***Estudante:*** *Eu lembro que a senhora falou que era tanto na queima quanto na secagem. Na queima, o calor vai passando de panela para panela.*

Nesse trecho, observou-se que o estudante mobilizou termos como *“solidificação”, “evaporação” e “formas de propagação do calor”*, articulando-os ao contexto da secagem e da queima da cerâmica, não se restringindo às suas percepções sensoriais e sociais.

O conhecimento implícito, por sua vez, manifestou-se em formulações como: *“É porque leva a peça pro forno, aí as moléculas se juntam”* (Estudante, resposta no pré-teste). Embora não tenha havido menção direta a conceitos termodinâmicos específicos, a explicação associa o aquecimento à reorganização estrutural da matéria. Tal registro indicou aproximação conceitual com explicações científicas, mesmo sem o domínio pleno da terminologia formal.

4.3.2 Análise do Primeiro Momento Pedagógico

O material referente ao primeiro momento pedagógico — correspondente à problematização inicial (pré-teste e dialogo em sala de aula) — foi sistematizado conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Sistematização referente ao 1° Momento Pedagógico

Categorias	Unidades de contexto	Unidades de registro
Conhecimento Prévio	Percepção sensorial	*“Temperatura é o que se mede”*
		“Calor é sensação térmica/estado”
		“Calor é quando esta quente”
		“Porque fica quente”
		“Porque se você deixar o barro só secando ele fica mole, mas se colocar no forno ele fica duro”
		“O cabo não transmite calor”
	Percepção social	*“Porque os raios solares transfere mais para a água”*

		“Eu já vi na indústria que eles usam uns negócios assim (faz gestos), com fogo, pra queimar a cerâmica.”
		“Eu acho que na verdade é o sol, professora. Eles levam pro sol e é ele que faz o objeto ficar resistente”
		“Devido à maré ser mais baixa pela manhã…”
Conhecimento Científico	Conhecimento explicito	*“Porque o metal é melhor condutor”*
		“Temperatura é a agitação das moléculas”
		Calor é a transferência que ocorre de um corpo de maior temperatura para um de menor temperatura”
		“Por causa do calor específico/sensível”
	Conhecimento implícito	*“Pois o metal absorve mais calor”*
		“A água absorve/armazena mais calor”

Fonte: Autoria própria (2026)

Nos Quadros 4 e 5 apresentam-se algumas representações das unidades de registro identificadas no *corpus.* Essas unidades foram agrupadas considerando a proximidade de seus valores semânticos, ou seja, a semelhança de sentido presente nas respostas dos estudantes.

A partir da análise dos dados do Quadro 4, observou-se que, no primeiro momento pedagógico, emergiram diferentes unidades de registro apoiadas no Conhecimento Prévio, articuladas a dimensões sensoriais e sociais. As definições de

calor e temperatura apareceram fortemente vinculadas à experiência cotidiana e à percepção corporal.

Formulações como “*calor é quando está quente*” ou “*temperatura é o que se mede*” indicaram que os conceitos foram compreendidos a partir de referências imediatas, seja pela sensação térmica, seja pelo uso instrumental do termômetro, sem que houvesse explicitação de sua dimensão teórica.

Do mesmo modo, explicações relacionadas à resistência da cerâmica — como a associação entre “mole” e “duro” — permaneceram centradas nos efeitos observáveis da transformação, sem articulação com os processos físicos envolvidos, como evaporação da água ou transferência de energia térmica. O raciocínio apresentado descreveu o fenômeno, mas não o explicou em termos científicos.

Além da dimensão sensorial, identificaram-se registros fundamentados em referências socialmente compartilhadas, como observações da indústria ou menções a práticas culturais. Nesses casos, o estudante mobilizou saberes construídos no convívio social, caracterizando manifestações de Conhecimento Prévio de origem social, nas quais o fenômeno foi reconhecido a partir da experiência coletiva, mas ainda não foi interpretado com base em princípios científicos formais.

Embora tenham aparecido registros classificados como Conhecimento Científico Explícito e Implícito, estes se manifestaram de forma menos estruturada nas respostas dos estudantes, revelando compreensões ainda parciais dos conceitos científicos. Observaram-se, por exemplo, afirmações que reconheceram o calor como energia transferida, porém ainda acompanhadas de dificuldades em relação ao conceito de temperatura ou articuladas a percepções associadas ao senso comum.

Tal situação mostrou-se coerente com o momento inicial da proposta dos 3MP, no qual a problematização evidenciou as concepções prévias que orientaram a compreensão do fenômeno.

4.3.3 Análise dos Segundo e Terceiro Momentos Pedagógicos

Prosseguindo a investigação, os dados referentes à organização e à aplicação do conhecimento (pós-teste, diálogos durante a aula e no decorrer da sequência) foram codificados. O Quadro 5 apresenta a sistematização resultante dessa etapa analítica.

Quadro 5 –Sistematização referente aos 2° e 3° Momentos Pedagógicos

Categorias	Unidades de contexto	Unidades de registro
Conhecimento Prévio	Percepção sensorial	*“Um corpo possuir maior calor que o outro”*
		“Para deixar mais firme e resistente”
		“Para que não se quebrem”
		“Para que a peça endureça”
		“Não, porque vai no seu tempo”
	Percepção social	*“Pois foi assado/aquecido no forno”*
		“O fogo faz com que as peças fiquem rígidas”
Conhecimento Científico	Conhecimento explicito	*“Porque o barro é um material poroso”*
		“Por causa do calor específico”
		“Pois o barro tem mais capacidade de armazenar calor”
		“O barro é um condutor mais lento”
		“devido o barro passar pelos processos de transferência de calor durante a sua produção”
		“Um corpo com maior temperatura e outro com menor temperatura”
		“Passou pela evaporação/secagem uniforme e pelo fogo”
	Conhecimento implícito	*“Por causa da sua*

		composição física”
		“Um corpo quente e outro frio”
		“O alumínio esquenta mais rápido”
		“Para as moléculas ficarem mais próximas/solidificar”

Fonte: Autoria própria (2026)

A sistematização apresentada no Quadro 5 permitiu identificar, no segundo e no terceiro momentos pedagógicos, uma possível reorganização parcial das explicações mobilizadas pelos estudantes ao longo da intervenção.

Observou-se, inicialmente, a permanência de manifestações de Conhecimento Prévio também identificadas na problematização, sobretudo na unidade de percepção sensorial. Algumas respostas continuaram ancoradas nos efeitos perceptíveis da transformação do *“barro”* ou na associação direta entre calor e quente, indicando referenciais cotidianos.

Notou-se maior articulação nos registros classificados como Conhecimento Científico Explícito. As respostas utilizaram termos científicos e os aplicaram ao contexto da produção da cerâmica artesanal, como nos casos em que foram mencionados processos de evaporação, transferência de calor ou capacidade de armazenamento de calor. Nesses registros, verificou-se não apenas a repetição de termos técnicos, mas sua utilização como elementos estruturantes da explicação.

Foram igualmente identificadas manifestações de Conhecimento Científico Implícito, nas quais os estudantes demonstraram compreensão de aspectos microscópicos ou estruturais da matéria — como a reorganização das moléculas durante a solidificação — ainda que sem recorrer à nomenclatura científica formal. Tais registros indicaram avanço na compreensão conceitual, mesmo quando a linguagem técnica não estava plenamente consolidada.

De modo geral, os dados produzidos ao longo dos três momentos pedagógicos indicaram um deslocamento qualitativo nas formas de explicação, passando de interpretações centradas na experiência sensorial imediata para formulações que incorporaram princípios científicos. Ainda que tenham permanecido algumas

interpretações equivocadas — especialmente no que se refere à distinção entre calor e temperatura — observou-se um movimento de reorganização conceitual.

A persistência dessas concepções revelou uma característica própria do processo de aprendizagem em Ciências. Conforme apontaram Magalhães et al. (2023), tanto na literatura quanto em seus resultados, a permanência de ideias prévias vinculadas ao campo sensorial constituiu um dos principais obstáculos à diferenciação entre calor e temperatura.

Nesse sentido, reconheceu-se que os sentidos e a cultura do indivíduo influenciaram significativamente a construção de suas concepções. Contudo, o objetivo não consistiu em eliminar os conhecimentos prévios, mas em promover a ampliação do repertório do estudante. Assim, é possível que determinados termos continuem sendo utilizados em contextos informais; entretanto, espera-se que o estudante desenvolva consciência acerca da perspectiva científica formal e saiba mobilizá-la em situações que exijam explicação sistematizada (Magalhães et al., 2023).

Essa constatação reforçou a importância de ensinar a partir da realidade. No primeiro momento pedagógico, os estudantes justificaram a resistência da cerâmica artesanal com base em sua composição química ou na simples queima no forno. Já na aplicação do conhecimento, especialmente nos diálogos realizados uma semana após a intervenção, passaram a mencionar as transferências de calor durante a secagem e a queima. Tal deslocamento sugeriu indícios de compreensão conceitual mais estruturada.

Observou-se, ainda, diferença entre as produções escritas e as manifestações orais. Em alguns registros escritos, os processos de transferência de calor não foram explicitados com detalhamento; entretanto, nos diálogos orais, os estudantes mencionaram condução e convecção ao explicar as etapas de secagem e queima.

Verificaram-se, ainda, respostas em branco e registros que, embora classificáveis nas categorias estabelecidas, apresentaram-se de forma vaga ou pouco elaborada, como na expressão *“pela forma que foi feito”* ou na menção isolada a apenas um dos processos de transferência de calor, sem que se estabelecessem relações explicativas mais consistentes.

Ainda que o processo de aprendizagem tenha apresentado desafios, os dados indicaram indícios de reorganização das explicações mobilizadas pelos estudantes acerca dos princípios termodinâmicos envolvidos na produção da cerâmica

artesanal. Esse movimento evidenciou a potência dos 3MP como estratégia de ensino de Física.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Pesquisa Baseada em *Design* (PBD) aplicada neste trabalho contribuiu para fundamentar o planejamento e a implementação da proposta didática, que foi ancorada nos 3MP. Além disso, foi fundamental em orientar a análise crítica do primeiro ciclo de intervenção, permitindo identificar potencialidades e aspectos a serem aprimorados em um futuro *re-design*.

No decorrer da aplicação da sequência didática, observou-se o despertar da curiosidade e do engajamento dos estudantes, evidenciado pela participação nas atividades propostas e pela exposição de seus conhecimentos durante as discussões. Ainda que tenham surgido alguns momentos de distração durante os exercícios de fixação, bem como a necessidade de mediação da professora ao longo dos diálogos, tais aspectos não se mostraram prejudiciais ao desenvolvimento das atividades nem ao processo de construção das discussões em sala.

Nesse primeiro ciclo, identificou-se também uma evolução nas formas de explicação dos estudantes, que passaram de afirmações baseadas em concepções prévias imediatas para interpretações que mobilizaram elementos do conhecimento científico em relação aos conceitos termodinâmicos presentes nas cerâmicas artesanais.

Além disso, foi possível compreender que certas concepções prévias, por estarem fortemente enraizadas no senso comum, não desapareceram após a implementação da sequência didática, permanecendo presentes nas explicações dos estudantes. Nesse sentido, vale destacar que a proposta pedagógica não teve como objetivo eliminar tais concepções, mas problematizá-las e trabalhá-las de modo a favorecer interpretações mais próximas do conhecimento científico.

Por se tratar de um contexto real de sala de aula, emergiram aspectos como momentos de desinteresse e dificuldades relacionadas à escrita, elementos que nem sempre são previstos pelas formulações teóricas. Ainda assim, verificaram-se potencialidades para a área de ensino.

Ao retomar a questão que orientou esta pesquisa — em que medida a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos contribui para a aprendizagem de conceitos de transferência de calor no Ensino Médio? —, os resultados evidenciam que essa abordagem favoreceu a aproximação entre os conceitos científicos e

situações concretas do cotidiano dos estudantes, estimulando sua participação nas discussões. Além disso, observou-se um avanço na compreensão dos fenômenos relacionados à transferência de calor, na medida em que os estudantes passaram a elaborar explicações progressivamente mais próximas do conhecimento científico.

A partir das reflexões decorrentes da análise efetuada no *corpus*, foram identificados aspectos que podem ser aprimorados e utilizados como fundamento para a elaboração do *re-design* da sequência didática proposta. Assim posto, nos próximos parágrafos, serão descritos os ajustes que podem ser implementados na sequência didática e executados em trabalhos futuros.

A inserção do conceito de transferência de massa, por exemplo, constitui uma possibilidade relevante a ser incorporada em futuras intervenções, uma vez que amplia a compreensão dos fenômenos envolvidos. Isso porque, além das trocas de energia térmica, o processo também envolve o movimento de matéria, possibilitando uma interpretação mais abrangente das explicações elaboradas pelos estudantes.

No que se refere à etapa de problematização, considera-se que, em uma nova aplicação, a inclusão de um material escrito com questões norteadoras poderá fortalecer a formulação de hipóteses pelos estudantes antes da coleta de dados, promovendo maior aprofundamento na etapa de análise. Além disso, os registros produzidos a partir dessas questões poderão compor de maneira mais estruturada o *corpus* de análise da pesquisa.

Na etapa de organização do conhecimento, observou-se a necessidade da inserção de outros exercícios de fixação, com o intuito de favorecer a sistematização do conhecimento científico.

Quanto à aplicação do conhecimento, os resultados revelaram limitações na expressão escrita dos estudantes. Diante disso, considera-se que, em uma futura implementação (*re-design*), o pós-teste poderá ser substituído por uma atividade de comunicação teatral. Essa alteração se deve ao fato de ter sido observado que os estudantes sentiram menos dificuldade em expressar suas concepções verbalmente do que na forma escrita. Além disso, essa estratégia pode favorecer maior clareza na linguagem e contribuir para a divulgação da ciência de forma mais leve e acessível (Macedo; Benedetti Filho; Souza, 2025).

Nessa atividade, os estudantes poderiam assumir o papel de vendedores de cerâmicas artesanais, apresentando em sala de aula aspectos culturais relacionados à produção da cerâmica, bem como explicando que a resistência desses objetos

está associada aos processos termodinâmicos envolvidos na secagem e na queima do material. O intuito da proposta é que, ao mobilizar esses conhecimentos científicos para sustentar a argumentação de venda, os estudantes busquem apresentar para os demais colegas, que estariam atuando no papel de compradores, as vantagens de se adquirir os utensílios domésticos fabricados em cerâmica.

Essa proposta de *re-design,* além de exigir planejamento, organização conceitual e a efetiva aplicação dos conhecimentos construídos ao longo da sequência didática, teria em vista investigar as diferenças entre a expressão escrita e a oral dos estudantes.

Em síntese, o presente estudo contribuiu para enfrentar a escassez de estudos que articulam os Três Momentos Pedagógicos (3MP) ao ensino de Termodinâmica, especialmente em contextos socioculturais como as cerâmicas artesanais, marcadas por valores e tradições frequentemente interpretadas apenas a partir de concepções prévias. Nesse sentido, os resultados apontaram contribuições significativas para o fortalecimento dos processos de ensino e aprendizagem em Física, ao promover uma maior articulação entre o conhecimento científico e a realidade dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. C.; CHIARO, S.; ROCHA, F. P. A física no cotidiano: estratégia no ensino e aprendizagem de física. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências, 1., 2016, Recife. **Anais [...]**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2016. p. 1-6.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de L. A. Reto e A. Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARROS, L. S.; DIAS, M. A. S.; MARTINS, J. J. A. O papel das mulheres louceiras da comunidade Chã da Pia – Areia (PB) na produção artesanal da louça de barro. **Mnemosine Revista**, v. 13, n. 2, p. 106-119, 2022.

BONFIM, D. D. S.; NASCIMENTO, W. J. Os três momentos pedagógicos no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino & Pesquisa**, v. 16, n. 3, 2018.

BRICK, E. M. et al. Paulo Freire: interfaces entre ensino de ciências naturais e educação do campo. In: Licenciaturas em Educação do Campo e o Ensino de Ciências Naturais: desafios à promoção do trabalho docente interdisciplinar. Brasília: MDA, 2014. p. 23-59.

BROWN, A. Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. **The Journal of the Learning Sciences**, v. 2, n. 2, p. 141-178, 1992.

CERÂMICA STÉFANI S.A. **Manual de instruções**. Jaboticabal, SP: Cerâmica Stéfani S.A., jun. 2022. Disponível em: https://ceramicastefani.com.br/QRCode/assets/uploads/manuais/manual-de-instrucoes-cristal-flex-classic-sao-joao-premium-advance-e-veneza-internacional.pdf. Acesso em: 13 mar. 2026.

COLLINS, A. Toward a design science of education. In: SCANLON, E.; O'SHEA, T. (org.). **New directions in educational technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FILHO, B. B.; SILVA, C. X. **Física aula por aula: termologia, óptica, ondulatória, 2º ano**. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. 2. ed. Brasília: Liber Livro, 2005.

GADOTTI, M. **Paulo Freire: uma biobibliografia**. São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire, 1996.

GERÔNIMO. Transferência de massa: aula 9. Universidade de São Paulo, [s.d.]. Disponível em: https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5840921/LOQ4077/9%20-%20Aula%209%20-%20FFT.pdf. Acesso em: 10 mar. 2026.

GIL, A. C. et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMEZ, R. S. et al. Processo de secagem de materiais cerâmicos argilosos: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e78591110300, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 2.

INCROPERA, F. P. et al. **Fundamentos de transferência de calor e de massa**. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

KAUANO, R. V.; MARANDINO, M. Paulo Freire na educação em ciências naturais: tendências e articulações com a alfabetização científica e o movimento CTSA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35064, 2022.

KNEUBIL, F. B.; PIETROCOLA, M. A pesquisa baseada em design: visão geral e contribuições para o ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 1-18, 2017.

LIMA, M. I. et al. A abordagem temática e os três momentos pedagógicos na sistematização de uma sequência didática para o ensino de ciências na EJA. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 533-547, 2021.

MACEDO, E. B.; BENEDETTI FILHO, E.; SOUZA, J. A. Valorização da ciência e do ensino de Física através da comunicação teatral. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 47, p. e20240419, 2025.

MAGALHÃES, A. et al. Conhecimentos prévios sobre calor e temperatura à luz da aprendizagem significativa crítica no contexto dos anos iniciais. **REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. e23025, 2023.

MEDEIROS, J.; LEONEL, A. A.; PAZ, A. M. Uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo com base na perspectiva freiriana e no enfoque CTS. **Revista do Professor de Física**, v. 8, n. 2, p. 67-90, 2024.

MORAES, T. R. **Arte e educação:** a cerâmica como ferramenta pedagógica no ensino de História. 2023. Dissertação (Mestrado em Docência para Educação Básica) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2023. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/316ef8b8-c279-47ad-99ae-12811a6df6a6/content. Acesso em: 13 mar. 2026.

MUCHENSKI, J. C.; GUEDES, H. C.; PHEPER, M. Sequência didática sobre as leis da termodinâmica, com contextos históricos e epistemológicos, trabalhada no laboratório didático de física. **Revista Paideia do Colégio Estadual do Paraná**, n. 6, 2017.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro Física. **Ciência & Educação**, v. 20, p. 617-638, 2014.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: fluidos, oscilações e ondas, calor**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2014. v. 2.

POZO, J. A. et al. Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 083-94, 1991.

ROCHA, F. N.; SUAREZ, P. A. Z.; GUIMARÃES, E. M. Argilas e suas aplicações em utensílios e materiais cerâmicos. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 4, p. 1105-1120, 2014.

ROSARIO, S. A. S.; SILVA, C. A. F. A física da argila: diferentes formas de sentir e interpretar fenômenos físicos. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e294985306, 2020.

SANTOS MERLIM, R. et al. Uma sequência didática baseada nos três momentos pedagógicos para o ensino da primeira lei da termodinâmica. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 12, n. 1, 2022.

SILVA, Q. R. R. **As mãos, a arte, a ciência:** modelando diálogos entre os saberes populares e os conhecimentos químicos a partir do barro. 2023. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2023. Disponível em: https://repositorio.uepb.edu.br/handle/123456789/74096. Acesso em: 13 mar. 2026.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 4, p. 911-930, 2015.

UREL, D. É. Paulo Freire e os três momentos pedagógicos. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, 2022.

VICARI, M. V.; CARVALHO, A. T. G. O ensino da termodinâmica no ensino médio em uma abordagem investigativa desenvolvida em torno do motor de Stirling. In:

Simpósio Nacional de Ensino de Física, 23., 2019, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: SNEF, 2019.

APÊNDICE A – Sequência didática sobre termodinâmica da cerâmica artesanal

A proposta das aulas consiste em explicar e compreender os conceitos científicos da termodinâmica, tais como a transferência de calor, tomando como referencial teórico a Teoria dos Três Momentos Pedagógico de Delizoicov., Angotti e Pernambucano (2002).

Objetivo geral

Aplicar a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos no ensino dos conceitos e processos termodinâmicos, exemplificando a realidade por meio das cerâmicas artesanais.

Objetivos Específicos

- Identificar um tema gerador, a partir da presença de objetos feito de argila na realidade do estudante.
- Explorar a contradição sociocultural presente no cotidiano dos estudantes em relação às cerâmicas, despertando curiosidade científica.
- Aplicar os Três Momentos Pedagógicos para problematizar a realidade, organizar o conhecimento científico e promover a aplicação crítica do conteúdo.
- Relacionar os conceitos da termodinâmica, tais como temperatura, calor e evaporação à produção de objetos de argila, tornando o aprendizado concreto e contextualizado.

Conteúdo

- Temperatura
- Calor
- Capacidade térmica
- Calor específico
- Evaporação
- Transferência de calor: condução, convecção e radiação.

Habilidade

(EM13CNT102) - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Atividade 1 – Por que os objetos de argila não se dissolvem?

Objetivo: Investigar a importância da queima para garantir a resistência dos objetos feitos de argila.

Recursos de Ensino: Água, argila crua,copos,garrafa pet, papel e caneta

Dinâmica da Atividade:

-Recepção dos alunos (5 minutos).

- A professora inicia a aula propondo um experimento sensorial com duas amostras de água: uma retirada de um filtro de *'barro'* e outra de uma garrafa PET. Sem informar a fonte, ela convida os estudantes a provar as amostras, identificando possíveis diferenças entre elas (10 minutos).

- Após isso, a professora revela a diferença e conduz uma discussão sobre os mitos relacionados ao uso do filtro de *'barro'*, promovendo a troca de ideias e a construção coletiva do conhecimento (10 minutos).

- Para aprofundar a investigação, a turma será organizada em grupo e receberão amostras de argila seca e água para observarem o que acontece ao colocar água sobre o material, analisando suas características e propriedades (15 minutos). Importante destacar que os estudantes não serão informados sobre a argila não ter sido queimada.

- A partir dessa observação, a professora apresenta a problematização central da aula: ***"Por que o filtro de barro e outros objetos de cerâmica não se dissolvem mesmo quando armazenam água em seu interior?"***.

- Para finalizar essa etapa, a professora conduz um diálogo investigativo, estimulando os estudantes a formular questões-problema (Recursos de Ensino 4) e a relacionar seus conhecimentos prévios com os conceitos científicos envolvidos(10min).

Atividade 2 – Transferência de calor na produção de objetos de argila

Objetivo: Entender a relação entre o artesanato de objetos de argila e a termodinâmica.

Recursos de Ensino: Video,Slides e maquete.

Dinâmica da Atividade:

- A aula terá início com a apresentação de uma reportagem (em anexo) sobre a produção de cerâmicas artesanais na comunidade de Chã da Pia- Areia (7 min). Em seguida, a professora fará um breve relato de sua relação com a comunidade, destacando a relevância do artesanato local e a importância da compreensão de conceitos físicos nesse processo. Nesse momento, também será abordada a diferença entre barro e argila (10 min).

- Na sequência, por meio de slides e de uma maquete de um forno artesanal, a professora explicará as formas de propagação do calor, bem como conceitos fundamentais da termodinâmica, tais como calor, temperatura, capacidade térmica e calor específico (40 min).

- Posteriormente, os estudantes em seus cadernos irão construir um mapa mental associando os conceitos termodinâmicos com a produção artesanal das peças cerâmicas (30min).

Atividade 3-Aplicando termodinâmica nas cerâmicas artesanais

Objetivo: Compreender os conceitos termodinâmicos e aplicar na resolução de problemas, estabelecendo conexões com a produção de objetos de argila.

Recursos de Ensino: Teste impresso, lápis e caneta

Dinâmica da Atividade:

- A professora retoma a problematização inicial, questionando os estudantes: ***"Por que o filtro de barro e outros objetos de cerâmica não se dissolvem mesmo quando armazenam água em seu interior?"*** (10 min). Em seguida, promove um diálogo com a turma, relacionando a produção de cerâmicas aos conceitos já trabalhados em aula (10min).

-Para finalizar, os alunos responderão a um questionário de avaliação, composto por questões abertas e fechadas, sobre os conteúdos discutidos (30 min).

RECURSOS DE ENSINO

1. **Reportargem**

MULHERES mantêm tradição com a produção de panelas de barro, em Areia, PB.https://g1.globo.com/pb/paraiba/videos-jpb1/video/mulheres-mantem-tradicao-com-a-producao-de-panelas-de-barro-em-areia-pb-11643843.ghtml. Acesso em: 13 mar. 2026.

2. **Slides**

Apresentação elaborada para discussão dos processos físicos envolvidos na produção de cerâmicas artesanais. Disponível em: https://www.canva.com/design/DAGyULadSys/fc0gzC3l3poGidTJRQUf9Q/edit?utm_content=DAGyULadSys&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

3. **Maquete de forno artesanal**

Modelo didático utilizado para representar o funcionamento do forno de cerâmica e discutir os processos de transferência de calor envolvidos na queima das peças.



APÊNDICE B – Pré-teste aplicado aos estudantes

Questão 1-Qual a diferença entre calor e temperatura? Dê exemplos.

_____

_____

Questão 2- Nas praias, é possível notar que pela manhã a água do mar é mais fria que a areia. No início da noite, a percepção é contrária, e a água do mar se apresenta mais quente que a areia. Qual o motivo dessa diferença?

_____

_____

Questão 3– Marque **V** para verdadeiro e **F** para falso:

( ) A transferência de calor por condução ocorre quando há contato direto entre corpos ou partículas.
( ) A transferência de calor por convecção ocorre somente em sólidos.
( ) A transferência de calor por radiação térmica pode ocorrer mesmo no vácuo.

Questão 4- A função das roupas de lã usadas no inverno é:
a) transferir calor do ambiente para o corpo.
b) impedir a entrada do frio do ambiente para o corpo.
c) reduzir o calor transferido do corpo para o ambiente.
d) ativar a circulação do sangue no organismo.
e) reduzir a transpiração, evitando com isso as quantidades de calor necessárias para a evaporação do suor.

Questão 5 – Um menino está ajudando sua mãe na cozinha. Ela lhe pede que retire do fogo uma panela que já estava lá há bastante tempo, em fogo baixo, orientando-o a tomar cuidado para não se queimar, buscando tocar apenas no cabo de madeira, e não na base de metal da panela. Do ponto de vista dos conceitos físicos relativos à termodinâmica, por que a mãe lhe fez essa recomendação?

_____

_____

Questão 6 –Analise as situações a seguir descritas, considerando-se o processo de transferência de calor relacionado a cada uma delas:

I. Um legume se aquece ao ser colocado dentro de uma panela com água fervente.
II. O congelador, localizado na parte superior de uma geladeira, resfria todo o interior dela.
III. Os componentes eletrônicos de aparelhos em funcionamento de uma estação espacial transmitem calor para o espaço.
As situações I, II e III correspondem, respectivamente, aos processos de
A) condução, convecção e condução.
B) convecção, radiação e convecção.
C) condução, convecção e radiação.
D) radiação, condução e radiação.

APÊNDICE C – Pós-teste aplicado aos estudantes

Questão 1 – Qual a condição fundamental para ocorrer troca de calor entre os corpos? Dê um exemplo.

Questão 2- Helena serviu sopa em dois pratos de mesmo tamanho e espessura: um de barro e outro de porcelanato. Ambos estavam no mesmo ambiente, cuja temperatura se manteve constante. Observou que a sopa no prato de barro armazenou calor por mais tempo. Do ponto de vista científico, por que isso acontece?

Questão 3 – Marque V para verdadeiro e F para falso:

( ) A transferência de calor por condução ocorre quando há substituição de um gás frio por um quente
( ) Para ocorrer a transferência de calor por convecção é necessário o contato entre objetos sólidos.
( ) Para ocorrer a transferência de calor por radiação térmica é necessário existir um meio material para a radiação fluir.

Questão 4 – Como vimos no processo de produção de peças de barro, tais peças são levadas ao forno. Do ponto de vista da termodinâmica, explique, com suas palavras, por que esse processo é necessário.

Questão 5– Explique, com suas palavras, por que o filtro de barro não se dissolve mesmo quando há água armazenada nele.

Questão 6 –João coloca o mesmo peixe para cozinhar em duas panelas diferentes: uma de alumínio e outra de barro. Depois de alguns minutos, percebe que o peixe na panela de alumínio cozinha mais rápido. Então ele decide aumentar o fogo na panela de barro.Será que esse procedimento fará com que o tempo de cozimento na panela de barro seja igual ao da panela de alumínio? Justifique sua resposta.