



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS FLORIANO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

FRANCISCA TANNYERY DA SILVA NASCIMENTO

**O MUNDO DA TERMODINÂMICA: Uma trilha investigativa por meio de
experimentos interativos**

**FLORIANO
2025**

FRANCISCA TANNYERY DA SILVA NASCIMENTO

O MUNDO DA TERMODINÂMICA: Uma trilha investigativa por meio de
experimentos interativos

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Floriano.

Orientador: Profº. Dr. José da Silva Rodrigues.

FLORIANO

2025

O MUNDO DA TERMODINÂMICA: Uma trilha investigativa por meio de experimentos interativos

Francisca Tannyery da Silva Nascimento¹
José da Silva Rodrigues²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal analisar se o uso de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) voltada para o estudo dos conhecimentos de Termodinâmica com estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental, em uma escola pública localizada no município de Floriano, Piauí. Participaram da pesquisa 25 estudantes, e os dados foram coletados por meio da aplicação de questionários diagnósticos e avaliativos (pré-teste e pós-teste), observação direta na sala de aula e registros em diário de bordo, utilizando a triangulação metodológica. A proposta buscou tornar conceitos como calor, temperatura e propagação térmica mais próximos da realidade dos estudantes, por meio de situações-problema e experimentos simples, como a expansão das partículas a “dança da convecção”. Os resultados apontaram um avanço significativo na aprendizagem ($g = 0,86$) categorizado alto ($g \geq 0,70$), além de promover maior participação dos estudantes, evidenciando o potencial da SEI para promover o protagonismo discente e aprendizagens significativas no Ensino de Ciências.

Palavras-chave: termodinâmica; ensino por investigação; ciências; experimentação; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The main objective of this study was to analyze the effectiveness of an Investigative Teaching Sequence (ESS) focused on thermodynamics among 7th-grade students at a public school in Floriano, Piauí. Twenty-five students participated in the study, and data were collected through diagnostic and evaluative questionnaires (pre-test and post-test), direct classroom observation, and logbook entries, using methodological triangulation. The proposal sought to bring concepts such as heat, temperature, and thermal propagation closer to the students' realities through problem-solving situations and simple experiments, such as particle expansion and the "dance of convection." The results indicated significant learning progress ($g = 0.86$) categorized as high ($g \geq 0.70$), in addition to promoting greater student participation, highlighting the potential of the ESS to promote student empowerment and meaningful learning in science education.

Keywords: thermodynamics; inquiry-based teaching; science education; experimentation; meaningful learning.

Data de aprovação: 22/08/2025

¹Pós-graduanda em Ensino de Ciências e Biologia. Instituto Federal do Piauí. tannyery@gmail.com

²Doutorado em Física da Matéria Condensada. Universidade Federal de Alagoas. joserodrigues@ifpi.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

A Termodinâmica é um ramo da Física intrinsecamente ligado a inúmeros aspectos do cotidiano, desde um simples café até dispositivos tecnológicos utilizados diariamente, ainda que muitas vezes sua vasta influência passe despercebida (Moran; Shapiro, 2014, p. 03, tradução nossa).

Na disciplina de Ciências, a Termodinâmica é geralmente apresentada de maneira simplificada, integrada ao estudo da energia em geral. Embora seja considerada um campo altamente conceitual e teórico, seus fenômenos estão profundamente enraizados nas atividades diárias, fundamentais para a compreensão do funcionamento do mundo ao nosso redor (Santos, 2023).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe que o ensino de Ciências desenvolva nos estudantes a compreensão dos fenômenos naturais por meio de conceitos de Matéria e Energia, nos quais se insere a Física. Nesse eixo, conteúdos como calor, temperatura e transformação de energia, relacionados à Termodinâmica, são fundamentais para formar cidadãos críticos e capazes de interpretar o mundo ao seu redor (Brasil, 2018).

Apesar de sua relevância, o ensino de Física apresenta diversas dificuldades que impactam diretamente a aprendizagem dos estudantes. Entre os principais fatores, destacam-se a natureza abstrata dos conceitos físicos, a ausência de laboratórios e a falta de formação adequada de professores na área (Pereira; Souza, 2019; Costa; Matos, 2015).

Em especial, os conceitos de Termodinâmica são considerados uma das vertentes mais complexas da Física, devido à densidade teórica e à associação intensa com equações matemáticas (Bispo; Rodrigues, 2020). Essa complexidade, somada à carência de metodologias de ensino adequadas, resulta em um aprendizado desconexo e sem significado para muitos estudantes, principalmente nas escolas públicas (Oliveira; Lima, 2019; Mendes; Rocha, 2018).

A falta de aulas atrativas e contextualizadas no ensino de Física contribui para o desinteresse dos estudantes, resultando em baixos índices de aprendizagem e desempenho acadêmico. Considerando a importância da Termodinâmica para o entendimento de fenômenos do cotidiano e o desafio que sua abordagem representa,

torna-se fundamental buscar estratégias de ensino que promovam a aprendizagem significativa e que despertem o interesse dos estudantes para a Física. Diante desse cenário, este trabalho se fundamentou no desenvolvimento de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre Termodinâmica, visando tornar o ensino mais significativo, aproximando o conteúdo da realidade dos estudantes e estimulando a construção ativa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENSINO DE CIÊNCIAS NAS ESCOLAS PÚBLICAS

O ensino de Ciências e Biologia, em muitos contextos, ainda é frequentemente realizado de forma totalmente tradicional, o que, segundo Moran (2015), torna ineficaz o processo de ensino-aprendizagem, pois não atende às necessidades dos estudantes. Para Libâneo (2013), quando usado apenas o ensino tradicional, é possível observar uma perda de interesse pelos conhecimentos científicos, uma vez que não favorece a construção ativa do conhecimento.

Dessa forma, as aulas expositivas são criticadas por não proporcionarem oportunidades de exploração e desenvolvimento de habilidades pelos estudantes (Zabala, 2010). Esse ensino centrado no professor, caracterizado pela transmissão de informações prontas, limita o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, colaboração e criatividade (Moran, 2015; Santos; Luz, 2013).

Além disso, o ensino de Ciências desconectado da realidade cotidiana dos estudantes compromete a construção de um conhecimento significativo (Chassot, 2018). A ausência de práticas investigativas dificulta o entendimento dos conteúdos e contribui para o aumento do desinteresse dos estudantes, principalmente em temas que envolvem conceitos da Física (Melo; Campos; Almeida, 2015).

O uso de apenas uma fonte de ensino, como o livro didático, e a falta de inovação metodológica agravam o desinteresse dos estudantes (Bueno; Kovaliczn, 2008; Bender; Costa, 2018). Assim, a necessidade de incorporar metodologias mais dinâmicas e atrativas no ensino de Ciências.

Embora o ensino tradicional seja frequentemente criticado por limitar a participação ativa dos estudantes, é importante reconhecer que ele também pode gerar resultados positivos, especialmente no desenvolvimento de conhecimentos básicos e estruturado, conforme defende Moran (2015) embora o ensino tradicional continue importante para estruturar e transmitir o conhecimento, é necessário complementá-lo com o uso de metodologias centradas nos estudantes, que promova maior envolvimento e participação dos mesmos.

No entanto, para que o ensino tradicional seja realmente eficaz, ele precisa ser aliado a metodologias mais dinâmicas e centradas no aluno, como práticas investigativas, atividades experimentais e resolução de problemas.

2.2 O ENSINO DE FÍSICA NO COMPONENTE CURRICULAR DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

A integração dos conceitos Físicos no componente curricular de Ciências no Ensino Fundamental é imprescindível para a formação de cidadãos críticos. A Física, ao explicar fenômenos naturais e tecnológicos presentes do cotidiano proporciona aos estudantes a oportunidade de entender como as leis físicas, como a termodinâmica, influenciam diretamente nos processos biológicos, promovendo uma visão mais completa do funcionamento dos sistemas vivos (Silva; Pereira, 2020).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) propõe que o ensino de Ciências no Ensino Fundamental aborde conceitos relacionados à energia, calor e temperatura de forma progressiva, conectando o conhecimento científico ao cotidiano e incentivando a interdisciplinaridade (Brasil, 2018). Nos livros didáticos de Ciências da Natureza, é comum que os conteúdos de Física e Química apareçam logo nas primeiras unidades, especialmente tópicos como calor, temperatura, estados físicos da matéria e transformações de energia, como as habilidades EF09CI06 e EF09CI07.

Apesar da importância dos conceitos de Física e Química no ensino de Ciências, muitos professores não possuem formação específica sólida nesses componentes, o que dificulta a abordagem adequada dos temas relacionados ao eixo "Matéria e Energia" proposto pela BNCC (Brasil, 2018).

Entretanto, por insegurança conceitual ou metodológica, muitos professores acabam pulando ou abordando superficialmente esses conteúdos, o que prejudica a construção de conhecimentos fundamentais para a compreensão dos fenômenos naturais (Oliveira; Vianna; Gerbassi, 2007; Silva; Antonello, 2023).

Dessa forma, torna-se imprescindível que o professor de Ciências esteja preparado para trabalhar de maneira integrada e consistente os conceitos de Física e Química, garantindo que os estudantes desenvolvam competências científicas de forma significativa e alinhadas à proposta curricular vigente.

2.3 ENSINO DE TERMODINÂMICA

A Termodinâmica é uma área da Física que estuda os fenômenos relacionados ao calor, à temperatura e suas interações com a matéria e a energia, sendo o termo derivado do grego "*thermé*" (calor) e "*dynamis*" (força) (Andrade; Pinho, 2011). Santos (2023) destaca que a Termodinâmica está presente constantemente em nossa vida cotidiana, e seu entendimento é essencial para compreender o funcionamento do mundo natural.

Entretanto, apesar da relevância do tema, a Termodinâmica é considerada uma das vertentes mais complexas da Física, em razão da densidade conceitual e da forte associação a modelos matemáticos (Bispo; Rodrigues, 2020). Além disso, a Física, no contexto das Ciências Naturais, apresenta altos índices de dificuldades entre os estudantes, especialmente pela carência de abordagens práticas e contextualizadas (Silva; Antonello, 2023).

Estudos mostram que a ausência de laboratórios adequados e a pouca formação específica dos docentes contribuem para um ensino desmotivador (Oliveira; Vianna; Gerbassi, 2007). No entanto, mesmo em cenários de escassez de recursos, é possível promover práticas experimentais de baixo custo, aproximando a teoria da

realidade dos estudantes, em linha com os princípios da educação "mão na massa" (Chagas; Ponte, 2018; Santos; Silva, 2021).

Essas práticas valorizam a realização de experimentos simples, como a construção de modelos físicos ou a utilização de materiais alternativos, promovendo o protagonismo estudantil e facilitando a compreensão dos conceitos termodinâmicos (Reif; Scott, 2020).

Neste cenário, a utilização de estratégias como a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) surge como uma alternativa metodológica eficaz para superar os desafios do ensino de Termodinâmica nas escolas públicas (Melo, 2020).

2.4 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Embora o ensino tradicional ainda seja comumente utilizado, há um crescimento em direção a práticas mais modernas e centradas no estudante, como por exemplo, o Ensino por Investigação que está centrada em estratégias didáticas que busca posicionar o aluno e envolvê-lo ativamente no processo de ensino por meio de questões problemas (Vidal; Jardim; Queiros, 2022).

Pereira et al. (2020) comenta que as novas abordagens de ensino, busca ampliar o processo de ensino, centrado na construção de conhecimentos, o que promove um novo olhar àqueles que se envolvem, desenvolvendo a autonomia dos estudantes.

Sendo assim, proporciona ao estudante um ambiente de aprendizagem, na qual possa questionar, refletir, e construir conhecimentos e habilidades, deixando de lado as informações prontas depositadas pelos professores (Scarpa; Campos, 2018). Contudo, essa abordagem de ensino gera muitos benefícios, tornando a aula mais atrativa, e despertando a autonomia dos estudantes através da sua efetiva participação como autores do seu aprendizado (Nascimento; Feitosa, 2020).

A Sequência de Ensino Investigativo (SEI) segundo Moura (2020) é uma abordagem pedagógica que visa envolver os estudantes em processos de investigação e descoberta, permitindo que eles explorem conceitos científicos de forma ativa e reflexiva, promovendo a construção do conhecimento a partir de suas próprias experiências e questionamentos.

Segundo Freire (2018) a SEI propõe que os estudantes sejam protagonistas do seu aprendizado, incentivando a formulação de perguntas, a exploração de hipóteses e a realização de investigações práticas, promovendo a construção do conhecimento de forma ativa e reflexiva.

Além disso, é possível a partir de uma aplicação de SEI, promover um ensino exclusivo para cada turma, podendo avaliar, acompanhar e verificar diversas dificuldades, buscando sempre estar relacionado com a realidade dos estudantes para que eles aprendam de forma significativa (Welter; Foletto; Bortoluzzi, 2019).

Contudo o ensino por investigação em termodinâmica proporciona um ambiente de aprendizado ativo e engajador, permitindo que os alunos desenvolvam habilidades enquanto exploram conceitos fundamentais da Ciência, o que corrobora com Karl (2019) na qual afirma que os estudantes se tornam protagonistas do seu conhecimento ao formular perguntas, realizar experimentos e refletir sobre suas descobertas.

3 METODOLOGIA

3.1 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Nesta pesquisa, foi adotada uma abordagem quantiquantitativa, com o objetivo de obter uma compreensão ampla do fenômeno investigado. Trata-se de um estudo de caso, que buscou identificar as opiniões dos estudantes sobre o conteúdo de termodinâmica e analisar se o uso da Sequência de Ensino Investigativa (APÊNDICE A) influencia seu desempenho. A pesquisa também teve caráter explicativo, ao investigar possíveis relações entre a metodologia aplicada e os resultados obtidos. Para aumentar a validade e a confiabilidade dos dados, utilizou-se a triangulação metodológica, conforme proposto por Santos et al. (2020), por meio da combinação de diferentes fontes e métodos de coleta. Essa estratégia contribuiu para reduzir vieses e fortalecer a análise dos dados. Além disso, o estudo possibilitou a construção de novos conhecimentos relacionados ao ensino de Ciências (Gil, 2017).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O estudo ocorreu com a turma do 7º ano do Ensino Fundamental de uma Escola Municipal localizada no município de Floriano-PI, zona urbana. A escolha da turma, teve por finalidade tornar o ensino de Ciências mais motivador para os estudantes, da rede pública de ensino, onde muitos deles demonstram falta de interesse e dificuldades em assimilar conceitos que muitas vezes são abstratos e não conseguem correlacionar com seu cotidiano.

A amostra foi composta por 25 estudantes com idades entre 12 a 14 anos. Destes, 7 eram do gênero masculino (28%) e 18 do gênero feminino (72%). Não houve delimitação quanto ao gênero ou a idade, foram incluídos na pesquisa aqueles estudantes da turma cujos pais ou responsáveis consentiram a participação no estudo, demonstrando sua aquiescência pela assinatura do termo de assentimento livre e esclarecido (TALE) (ANEXO A) e termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (ANEXO B) respeitados os princípios éticos da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, cujo número do parecer 7.311.161 aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Piauí/Campus Amílcar Ferreira Sobral – UFPI.

3.3 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

A aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi dividida em quatro etapas principais (APÊNDICE A), promovendo uma abordagem ativa e reflexiva sobre os conceitos de energia térmica. Na primeira etapa, correspondeu a uma hora aula (1h/a), pelo à qual os estudantes foram introduzidos aos conceitos fundamentais, como energia térmica, calor e suas formas de medição — incluindo as escalas Fahrenheit, Celsius e Kelvin.

Na segunda etapa, correspondeu a uma hora aula (1h/a), onde aprofundou-se a relação entre a energia térmica e o comportamento das partículas. Para consolidar esse conceito, foi realizado um experimento sobre a expansão de partículas, que despertou grande interesse e envolvimento dos estudantes.

Os materiais utilizados para a atividade prática experimental foram:

- 2 Recipientes Plásticos incolor
- Água em duas temperaturas diferente, quente e gelada;
- Garrafa plásticas (tipo PET de 1 L);
- Bexiga (balão).

Para a atividade sobre expansão de partículas, foram utilizados dois recipientes plásticos transparentes, água quente e gelada, uma garrafa PET (1 L) e um balão de látex. O procedimento consistiu em fixar o balão vazio na boca da garrafa PET e, em seguida, mergulhá-la em um recipiente com água quente e gelada e observando o balão inflar e retrair gradualmente. Esse experimento teve como objetivo demonstrar a dilatação do ar em função do aumento da temperatura e sua contração quando resfriado, permitindo aos estudantes relacionar o fenômeno ao conceito de agitação térmica das partículas.

A terceira parte da SEI consistiu em um outro experimento sobre a propagação de calor, (1h/a) no qual os estudantes puderam observar, de forma prática e envolvente, a chamada "dança da convecção". Utilizando materiais de baixo custo, eles visualizaram como o calor se movimenta através dos fluidos, compreendendo o fenômeno da convecção de maneira concreta e acessível, o que contribuiu significativamente para a assimilação dos conteúdos abordados.

Para o experimento denominado "dança da convecção", foram utilizados materiais de baixo custo:

- ✓ Vela com cera vegetal;
- ✓ Folha sulfite;
- ✓ Copo térmico (suporte para concentrar o calor em uma direção);
- ✓ Linha;
- ✓ Isqueiro;
- ✓ Tesoura;
- ✓ Cola;
- ✓ Régua;
- ✓ Lápis e caneta;

Inicialmente, os estudantes confeccionaram-se um cata-vento em papel sulfite, fixado a uma linha para possibilitar seu movimento livre. Em seguida, acendeu-se a vela

e posicionou-se o copo térmico com o fundo recortado sobre a chama, de modo a concentrar o fluxo de ar aquecido. O objetivo desse procedimento foi demonstrar o fenômeno da convecção térmica, permitindo aos estudantes visualizar como o calor se propaga em fluidos e relacionar essa observação ao modelo de partículas.

Após os experimentos foi mediada discussões, sobre os dados obtidos.

A última etapa da SEI, foi a socialização dos resultados, na qual foram coletados os feedbacks por meio de questionários (APÊNDICE D) e de acordo com a participação dos estudantes e relatório.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Com o intuito de fortalecer a confiabilidade dos resultados, foi adotada a triangulação metodológica, conforme defendem Nunes et al. (2020), como estratégia para integrar diferentes métodos de coleta e análise, ampliando a compreensão do fenômeno estudado, promovendo a convergência de evidências e permitindo a identificação de padrões e contradições.

Como método de obter dados quantitativos sobre os conhecimentos adquiridos a partir das abordagens propostas foi solicitado que os estudantes respondessem à questionários anônimos aplicados antes (pré-teste) (APÊNDICE B) e após (pós-teste) (APÊNDICE C) a execução da SEI, elaborados pela pesquisadora, compostos por 10 questões relacionadas à temática de termodinâmica. As questões abordaram conteúdos como calor, temperatura, transferência de energia térmica e equilíbrio térmico, buscando identificar as concepções prévias e os avanços conceituais dos estudantes após a aplicação.

Os resultados do pré-teste e do pós-teste foram analisados com base no ganho normalizado de aprendizagem (g), segundo a equação proposta por Hake (1998):

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100 - \%pré}$$

%pós = percentual de acertos do aluno no pós-teste.

%pré = percentual de acertos do aluno no pré-teste.

A partir da análise obteve-se o valor da progressão de conhecimentos (g) quanto ao assunto abordado, onde o g é categorizado em: ganho **baixo** ($g \leq 0,30$), **médio** ($0,30 \leq g < 0,70$) e **alto** ($g \geq 0,70$).

Assim, os dados coletados por meio de questionários e por meio da observação participante e do diário de bordo dos estudantes foram analisados de forma integrada, o que possibilitou uma visão mais ampla e fundamentada das interações e aprendizagens ao longo da aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Essa abordagem reforçou a credibilidade interpretativa da pesquisa, conforme destacam Suto et al. (2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

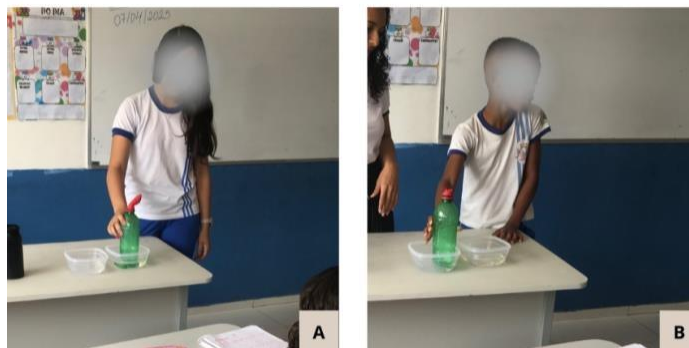
A SEI proposta nesta pesquisa estava estruturada em três etapas. A primeira etapa teve o objetivo promover o engajamento dos estudantes por meio da problematização de situações cotidianas relacionadas à energia térmica, ao calor e à temperatura. A aula teve início com uma pergunta instigante: “Por que sentimos calor ao nos aproximarmos de uma fogueira, mesmo sem tocá-la?” Essa indagação serviu como ponto de partida para uma abordagem dialogada, em que os estudantes foram convidados a compartilhar suas percepções e hipóteses.

Estudos recentes destacam que a utilização de situações-problema e a promoção de aulas dialogadas são estratégias eficazes para o desenvolvimento do pensamento crítico e da compreensão profunda de conceitos científicos (Silva, Pereira, 2023; Oliveira et al., 2024).

Também foi discutido o conceito de “frio” como ausência de calor, o que gerou um rico momento de questionamentos e trocas entre os estudantes. A partir de situações-problema, a turma demonstrou grande interesse e engajamento, o que favoreceu um ambiente de aprendizagem significativo e colaborativo.

Na segunda etapa da SEI, os estudantes participaram do experimento que trata de temperatura e expansão de partículas, (Figura 1). Nessa etapa os estudantes puderam compreender as expressões como “o calor entra no objeto” ou “as partículas crescem com o calor” visto que possuíam concepções insuficiente sobre essas expressões.

Figura 1 – Experimentação de expansão de partículas. 1A imersão da garrafa em água quente, o balão inflar; 1B imersão da garrafa em água fria, o balão se retrair.



Fonte: Autores (2025).

Os estudantes compreenderam que, quanto maior a quantidade de calor em um corpo, mais as partículas se expandem (Figura 1A), evidenciando um estado de maior agitação térmica. Por outro lado, quando há menos calor, as partículas tendem a se retrair (Figura 1B). A realização do experimento com a garrafa e o balão provocou surpresa e curiosidade no grupo, especialmente quando o balão começou a inflar sozinho. Expressões como *“Olha, ele tá enchendo!”*, *“Parece mágica!”* e *“Tem o que dentro da garrafa, Tia?”* refletiram o encantamento dos alunos ao perceberem visualmente os efeitos da expansão das partículas de ar aquecidas.

A surpresa inicial foi transformada em aprendizagem significativa à medida que os conceitos foram discutidos coletivamente, com o apoio da mediação docente e da retomada do modelo das partículas. De acordo com Araújo e Souza (2023), estratégias como a experimentação e o uso de analogias visuais são fundamentais para superar essas barreiras cognitivas, permitindo aos alunos relacionar o aumento de temperatura com a maior agitação das partículas e, consequentemente, a expansão dos materiais.

Lima et al. (2024) destacam que atividades práticas simples, como o experimento da garrafa com balão, contribuem significativamente para a construção de significados sobre os conceitos de calor, temperatura e estrutura da matéria, desde que bem contextualizados. Assim, aliar o ensino investigativo a experiências que explorem a movimentação das partículas torna-se um caminho eficaz para promover aprendizagens mais significativas no ensino ciências.

Na terceira etapa, foi realizado o experimento dança da convecção (Figura 2) a experimentação prática permitiu observar, de forma concreta, os efeitos do calor nos materiais, fortalecendo a aprendizagem por meio da investigação e da experiência direta. Os estudantes confeccionaram o cata-vento (figura 2A) e sobre uma vela acesa (figura 2B), posicionara-o de modo que o ar aquecido pela chama, o fizesse o cata-vento girar (figura 2C).

Figura 2 – Experimento dança da convecção. 2A produção de cata-vento em folha sulfite; 2B acender a vela; 2C posicionar o cata-vento em cima da chama da vela; 2D observar e relatar o que estava sendo observado.



Fonte: Autores (2025).

Após a prática foi solicitado ao grupo que anotassem o que aconteceu após alguns segundos de exposição ao ar quente (figura 2D), além disso foi proposto perguntas investigativas, como: "Por que o cata-vento começou a girar?", "De onde vem o movimento?", "Qual o papel do calor nesse processo?". A partir dessa observação, foram incentivados a levantar hipóteses e explicar o fenômeno com base no modelo das partículas, respondendo-o os corretamente aos questionamentos feitos.

A atividade promoveu não só o entendimento conceitual, mas também o desenvolvimento de habilidades investigativas, como observação, argumentação e inferência. Segundo Costa et al. (2023), experiências como essa, aliadas à problematização e à mediação docente, favorecem uma aprendizagem mais

significativa e crítica sobre os fenômenos térmicos, aproximando o aluno da prática científica e do pensamento físico fundamentado.

Os resultados obtidos indicam que os estudantes possuíam pouco conhecimento sobre os conceitos relacionados à termodinâmica, com um percentual médio de acertos no pré-teste de 25,4%. Esse dado corrobora com as observações de Cordeiro (2014), que identificou dificuldades tanto em estudantes quanto em professores do ensino médio para definir cientificamente os conceitos de energia, calor e temperatura, muitas vezes influenciados por concepções oriundas do senso comum.

Ao cruzar esses dados com as observações participantes e os registros no diário de bordo, foi possível perceber que muitos estudantes apresentavam concepções alternativas ou equívocos significativos sobre os conceitos de termodinâmica, especialmente no que diz respeito aos mecanismos de propagação do calor no cotidiano.

Esses dados sugerem que grande parte dos estudantes inicia o estudo de conceitos relacionados à termodinâmica, como energia, calor e temperatura com concepções prévias inadequadas ou superficiais. Tal cenário evidencia a relevância de estratégias didáticas baseadas na problematização e em experimentos práticos, que possibilitem aos estudantes observar, questionar e reconstruir seus saberes a partir de situações reais e significativas, favorecendo a compreensão dos conceitos termodinâmicos pelos estudantes (Cardoso; Raupp, 2023).

De forma geral foi possível observar um aumento na progressão de conhecimentos com $g = 0,86$, caracterizado como alto ($g \geq 0,70$) após a realização da SEI com situações problemas e experimentos investigativos utilizando recursos de fácil acesso e baixo custo promovendo uma nova percepção do mundo de termodinâmica (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado dos estudantes no (pré-teste e pós-teste), valores para (g) avaliados a partir da equação de Hake (1998): ganho baixo ($g \leq 0,30$), médio ($0,30 \leq g < 0,70$) e alto ($g \geq 0,70$).

Questão Objetiva Número	Pré-teste %	Pós-Teste %	g (valor)	Classificação (g)
1	6%	72%	0,70	alto
2	28%	96%	0,85	alto
3	24%	92%	0,91	alto
4	16%	96%	0,95	alto
5	24%	96%	0,94	alto
6	12%	100%	1	alto
7	8%	82%	0,80	alto
8	32%	88%	0,82	alto
9	32%	88%	0,82	alto
10	28%	92%	0,88	alto
Total	25,4	81,9	0,86	alto

Questões objetivas: Q1- definição de calor; Q2- relação entre calor e temperatura; Q3- definição de temperatura. Q4- Escala de temperatura usada no Brasil; Q5- Expansão de partículas; Q6- o que acontece com o sorvete em dia quente; Q7- porque a colher fica quente; Q8- Método de transferência ao assar um bolo; Q9- O que acontece com nossas mãos ao segurar uma xícara quente; Q10- Uso de lã em dias frios.

Fonte: Dados empíricos da pesquisa (2025).

Considerando os conhecimentos prévios, na Q1, que investigava a compreensão do conceito de calor, observou-se que 76% dos estudantes do 7º ano afirmaram conhecê-lo no momento do pré-teste. Contudo, quando solicitados a definir o termo, esse número reduziu significativamente para apenas 6%. Durante a abordagem das situações problematizadoras, foi identificado que muitos desses estudantes relacionavam o calor a concepções simplificadas e do senso comum, como “quintura” ou “algo quente”. Esse tipo de resposta corrobora as evidências apontadas por Lima e Silva (2021), que destacam a predominância do senso comum no ensino de Ciências quando os conceitos não são devidamente contextualizados no cotidiano dos alunos. Após a aplicação da SEI, foi constatada uma progressão

significativa dos conhecimentos, com índice de ganho $g = 0,70$, caracterizando alto aproveitamento.

No início da aplicação da SEI, foram apresentados os conceitos fundamentais de energia térmica, calor e diferença de temperaturas, com o objetivo de desconstruir concepções equivocadas observadas nos dados do pré-teste. Para instigar a curiosidade, foi proposta a seguinte problematização: “O *frio* existe?”. A reação inicial foi unânime e marcada por respostas espontâneas como “claro que o frio existe, tia!”, demonstrando a forte presença de concepções prévias.

Essa perspectiva também foi evidenciada na Q2, na qual 72% dos estudantes afirmaram que calor e temperatura são a mesma coisa, pelo qual corrobora com a pesquisa de Rodrigues et al (2020), destacando que os estudantes reconhecem a temperatura como sinônimo de calor. À medida que o conteúdo era desenvolvido, os estudantes começaram a compreender que o “frio” é, na realidade, a ausência de calor, demonstrando evolução no entendimento e alcançando um ganho alto ($g \geq 0,70$).

Na Q3, foi avaliada a compreensão sobre o conceito de temperatura. Apenas 24% da amostra identificou corretamente que temperatura é a medida do grau de agitação das partículas. Além disso, na Q4, somente 16% indicaram corretamente que a escala mais utilizada no Brasil é a Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Tais dados evidenciam a persistência de concepções alternativas, como associar temperatura à quantidade de calor de um objeto, concepção identificada em 56% das respostas. Essas dificuldades são confirmadas por Magalhães et al. (2023), que apontam que estudantes muitas vezes confundem os conceitos de calor e temperatura. Após a SEI, foi possível observar progresso significativo ($g \geq 0,70$) em ambas as questões, tanto na distinção entre calor e temperatura quanto no conhecimento sobre a escala Celsius.

De acordo com Mortimer et al. (2022), o desafio às concepções prévias promove um conflito cognitivo produtivo, essencial para a construção de novos conhecimentos. Dessa forma ao comparar os dados da Q2, Q3 e Q4, o ganho de aprendizagem se categorizou como alto ($g \geq 0,70$). A metodologia aplicada, baseada

em situações-problema e perguntas provocativas, despertou o interesse e causou surpresa entre os estudantes.

Na Q5, quando questionados sobre o comportamento das partículas com o aumento da temperatura, apenas 24% afirmaram corretamente que elas se movimentam mais rapidamente. Esse dado se alinha às observações feitas em sala, nas quais muitos estudantes apresentavam dificuldades em compreender a existência e comportamento das partículas. Conforme relatado por Carvalho e Santos (2021), essa limitação decorre da dificuldade em visualizar o caráter microscópico da matéria, comprometendo o entendimento de conceitos físicos fundamentais.

As questões Q6 a Q10 buscaram avaliar a compreensão sobre os mecanismos de propagação do calor em situações do cotidiano. Os índices de acerto ficaram abaixo de 32%, mesmo em contextos familiares, como tomar sorvete, assar um bolo ou usar uma blusa de lã. Esses resultados reforçam a presença de concepções fragmentadas e intuitivas, desvinculadas da explicação científica como discutido por Oliveira e Lima (2019).

Estudos recentes destacam a importância de estratégias didáticas que considerem as concepções alternativas dos estudantes e utilizem recursos experimentais para promover uma aprendizagem significativa (Rodrigues et al., 2020). Nesse sentido, para abordar as lacunas identificadas nas questões Q6 a Q10, foi realizada uma aula dialogada, seguida de atividades práticas. Entre elas, destacou-se o experimento conhecido como “dança das convecções”, que permite aos alunos visualizar o movimento do calor em fluidos, favorecendo a compreensão dos processos de propagação térmica.

Dessa forma, foi possível constatar que, após a aplicação da SEI, houve uma progressão significativa dos conhecimentos, com $g = 0,86$, também categorizado como alto. Este resultado corrobora com o estudo de Novo e Cavalcanti (2022), que enfatizam a eficácia das sequências didáticas com atividades experimentais contextualizadas no cotidiano, favorecendo a aprendizagem significativa e o aumento do desempenho dos estudantes.

Além disso, a integração de metodologias ativas, como a aprendizagem por investigação, tem se mostrado eficaz no ensino de conceitos termodinâmicos, ao proporcionar um ambiente de aprendizagem mais interativo e centrado no aluno, conforme defende Souza (2023). Por meio dessas abordagens, os estudantes puderam não apenas participar ativamente do processo de construção do conhecimento, mas também relacionar os conteúdos aprendidos com situações reais.

A aula baseada no ensino por investigação, que incluiu situações-problema com contextos do cotidiano e os experimentos conhecidos como “expansão de partículas” e “dança da convecção”, rendeu diversos feedbacks positivos por parte dos estudantes (Quadro 1). Eles demonstraram grande entusiasmo durante as atividades e elogiaram o formato dinâmico da aula, destacando como isso facilitou o entendimento do conteúdo.

Quadro 1 – Feedback com falas representativas dos estudantes sobre suas percepções em relação às aulas experimentais.

Aluno	Feedback
Aluno 1	<i>"Eu nunca tinha feito uma experiência assim na aula. Foi a primeira vez que vi algo acontecendo."</i>
Aluno 2	<i>"Gostei porque a gente pôde ver com os olhos o que a gente estava aprendendo."</i>
Aluno 3	<i>"Foi divertido e eu aprendi mais porque pude ver como funciona na prática."</i>
Aluno 4	<i>"Antes eu pensava que calor era só o fogo, tipo uma fogueira."</i>
Aluno 5	<i>"A parte da bexiga enchendo sozinha me surpreendeu."</i>
Aluno 8	<i>"Eu aprendi que o ar também tem partículas e que elas se mexem mais quando esquentam."</i>
Aluno 9	<i>"Assim fica mais fácil aprender!"</i>
Aluno 10	<i>"As aulas de ciências poderiam ser sempre assim!"</i>
Aluno 11	<i>"Gostei porque conseguimos ver acontecendo na prática o que a gente estuda."</i>

Fonte: Dados empíricos da pesquisa (2025).

Apesar de nunca terem vivenciado aulas com práticas experimentais, os estudantes rapidamente se engajaram nas propostas e relataram surpresa ao visualizar fenômenos científicos em tempo real. Segundo Soares et al. (2023), a utilização de atividades experimentais no ensino de ciências possibilita aos estudantes observar fenômenos, testar hipóteses e aplicar o conhecimento de forma concreta, ressaltando a importância da investigação científica para a educação básica.

Contudo foi possível perceber que, gradualmente, começaram a identificar a presença da termodinâmica em ações simples do cotidiano, como tomar um café quente acompanhado de um bolo. Essa capacidade de estabelecer conexões entre o conteúdo escolar e o mundo ao redor reforça o que explicam Moran e Shapiro (2014) os princípios termodinâmicos estão presentes em praticamente todas as atividades humanas e são fundamentais para a compreensão e o funcionamento da sociedade moderna.

De acordo com Santos (2022), o ensino por investigação contribui para o aprendizado conceitual, procedimental e atitudinal dos alunos, favorecendo a autonomia e o protagonismo dos estudantes. Da mesma forma, Menezes e Farias (2023) destacam que essa abordagem estimula a reflexão, o debate e a aplicação do conhecimento em contextos reais, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) demonstrou ser uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados à termodinâmica, especialmente entre estudantes do 7º ano. Os dados coletados antes e depois da intervenção revelaram progressos expressivos, evidenciados pelos altos índices de ganho ($g \geq 0,70$), refletindo uma evolução no entendimento dos conceitos de calor, temperatura, propagação térmica e comportamento das partículas.

A utilização de situações-problema, com questionamentos provocativos e atividades experimentais, como a “dança da convecção”, proporcionou aos alunos um ambiente de aprendizagem dinâmico, participativo e conectado à realidade. Isso favoreceu não apenas a compreensão conceitual, mas também o envolvimento e o interesse dos estudantes, conforme ficou evidente nos feedbacks positivos registrados ao longo do processo.

Além disso, a análise evidenciou a importância de considerar as concepções prévias dos alunos e trabalhar ativamente para desconstruí-las por meio de experiências concretas e reflexões orientadas com base científica. Essa abordagem, alinhada à perspectiva de ensino por investigação, favoreceu a construção de novos

saberes e a ampliação da capacidade dos alunos de relacionar os conteúdos escolares com situações cotidianas, como exemplificado nas menções espontâneas sobre o uso da blusa de lã ou o café quente.

Por fim, os resultados desta experiência reforçam a relevância das metodologias ativas e contextualizadas no ensino de Ciências, conforme já apontado por autores como Santos (2022), Menezes e Farias (2023) e Souza (2023). A SEI, ao integrar teoria, prática e diálogo, mostrou-se uma ferramenta potente para transformar a sala de aula em um espaço de investigação, descoberta e construção de sentido.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Ana Amélia; PINHO, Sérgio Paulo. Ensino de Física por investigação: uma proposta para o ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 1–7, 2014.

ARAÚJO, Tiago Santos; SOUZA, Fabiana Almeida. O uso de analogias no ensino de Física: contribuições para a aprendizagem de conceitos científicos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, p. 145–160, 2023.

BISPO, Maria Clara; RODRIGUES, José da Silva. A experimentação no ensino de Ciências: um olhar para as aulas práticas. *Revista Ensino em Foco*, v. 10, n. 1, p. 112–126, 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 mar. 2025.

BUENO, Paulo; KOVALICZN, Renato. Ensino de Ciências por investigação: possibilidades de aprendizagem. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 18–30, 2008.

BENDER, D.; COSTA, G. M. T. d. Ensino aprendizagem de ciências: metodologias que contribuam no processo. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 13, n. 27, p. 1-12, 2018.

CARDOSO, João Luiz; RAUPP, Juliana. Ensino de Física com experimentos de baixo custo: uma abordagem investigativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, n. 2, p. 39–52, 2023.

CARVALHO, Sandra Maria; SANTOS, Daniel Marcos. A aprendizagem de conceitos microscópicos: desafios no ensino de Física. **Caderno de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 122–137, 2021.

CHAGAS, Inês Cristina; PONTE, Marcos César. O ensino de Ciências e o protagonismo discente. **Revista Interdisciplinar de Educação**, v. 12, n. 2, p. 101–115, 2018.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

CORDEIRO, Ana Maria. Concepções alternativas sobre calor e temperatura entre professores e alunos. **Revista Ensino em Debate**, v. 6, n. 2, p. 75–90, 2014.

COSTA, Ana Raquel et al. Aprendizagem significativa no ensino de Física: contribuições do ensino investigativo. **Revista de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 1, p. 55–68, 2023.

COSTA, Gustavo Ribeiro; MATOS, João Sérgio. Ensino por investigação: uma prática possível no cotidiano escolar. **Revista Ensino e Educação**, v. 9, n. 3, p. 221–234, 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 42. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HAKE, Richard R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 1, p. 64–74, 1998. doi:10.1119/1.18809.

KARL, Maria Aparecida. O ensino por investigação e o protagonismo estudantil: desafios e potencialidades. **Revista Didática Hoje**, v. 12, n. 2, p. 77–91, 2019.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 27. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LIMA, Ana Maria de; et al. Ensino de ciências com experimentação: desafios e possibilidades no contexto escolar. **Revista Ciência e Escola**, v. 10, n. 1, p. 45–60, 2024.

LIMA, Lucas Manoel Santos; SILVA, Karolina Martins Almeida . *O ensino de ciências e biologia na Base Nacional Comum Curricular: uma análise a partir dos pressupostos teóricos da educação CTS*. **Revista Triângulo**, v. 14, n. 3, p. 94–112, 2021. DOI: 10.18554/rt.v14i3.5554

MAGALHÃES, Rodrigo Pereira et al. O ensino de Física mediado por atividades experimentais investigativas. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 14, n. 3, p. 77–91, 2023.

MELO, Carlos Vinícius Pereira et al. Ensino de Ciências com experimentação: a prática como fonte de motivação. **Revista Ensino em Perspectiva**, v. 6, n. 1, p. 101– 115, 2015.

MELO, João Sérgio. Ensino de Ciências no século XXI: desafios e perspectivas. **Revista Ciência e Ensino**, v. 5, n. 2, p. 59–74, 2020.

MENDES, Francisco José; ROCHA, Luciana Maria. A experimentação no ensino de Física: contribuições para a aprendizagem significativa. **Revista Educação em Debate**, v. 10, n. 1, p. 65–79, 2018.

MENEZES, Rafael Luiz; FARIAS, Maria Clara. Ensino por investigação no ensino médio: um estudo de caso. **Revista Pesquisa em Educação**, v. 9, n. 2, p. 44–59, 2023.

MORAN, José Manuel. O que é educação híbrida? In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos Tarcísio; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2015. p. 15–34.

MORAN, Michael J.; SHAPIRO, Howard N. **Princípios de termodinâmica para engenheiros**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

MORTIMER, Eduardo Fleury et al. **Concepções alternativas dos estudantes em Ciências**. Belo Horizonte: Autêntica, 2022.

MOURA, Ricardo Fernandes. Ensino por investigação: abordagens e práticas pedagógicas. **Revista Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 200–215, 2020.

NASCIMENTO, Vítor Carvalho; FEITOSA, Larissa Rodrigues. Ensino por investigação e protagonismo estudantil: uma experiência na escola pública. **Revista Ensino de Ciências**, v. 21, n. 1, p. 33–48, 2020.

NOVO, Maria Fernanda; CAVALCANTI, Renato. Ensino de Física: entre a teoria e a prática investigativa. **Revista Ensino em Movimento**, v. 6, n. 3, p. 90–104, 2022.

NUNES, Maria Cristina et al. Ensino por investigação: uma alternativa viável para o ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências**, v. 20, n. 2, p. 34–47, 2020.

OLIVEIRA, João Ricardo; LIMA, Silvia Maria. Atividades práticas como recurso no ensino de Ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 25, n. 3, p. 233–247, 2019.

OLIVEIRA, Maria Cristina; VIANNA, Henrique Luiz; GERBASSI, Pedro José. Investigação no ensino de Ciências: potencialidades e limites. **Revista Ensino de Ciências Naturais**, v. 3, n. 2, p. 89–101, 2007.

OLIVEIRA, Maria Cristina et al. Conceitos de calor e temperatura em estudantes do ensino fundamental: uma análise de concepções alternativas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação**, v. 14, n. 1, p. 98–112, 2024.

PEREIRA, Rafael Torres et al. Novas abordagens no ensino de ciências: perspectivas investigativas e construção do conhecimento. **Revista Práxis Científica**, v. 10, n. 2, p. 50–65, 2020.

PERREIRA, Fernando Gonçalves; SOUZA, João Sérgio. A Física e seus desafios no Ensino Fundamental: uma análise dos entraves didáticos. **Revista Ensino em Foco**, v. 5, n. 1, p. 28–37, 2019.

REIF, Fred; SCOTT, Lawrence. Ensino por investigação: uma abordagem baseada em evidências. **Journal of Science Education**, v. 16, n. 4, p. 58–73, 2020.

RODRIGUES, Vanessa Cristina et al. Concepções de estudantes sobre calor e temperatura. **Revista Educação em Foco**, v. 8, n. 2, p. 103–119, 2020.

SANTOS, Eliana Aparecida et al. Triangulação metodológica em pesquisa qualitativa: um olhar sobre o ensino de Ciências. **Revista Diálogos em Educação**, v. 8, n. 2, p. 105–121, 2020.

SANTOS, Maria José Costa dos; LUZ, Gabriela dos Santos. **Lúdicas e práticas que estimulam a criatividade e o pensamento crítico na Educação Infantil**. 2013. Disponível em: <https://mpe.unitau.br/wp-content/uploads/dissertacoes/2025/Gabriela-dos-Santos-Luz.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2025.

SANTOS, Luís Guilherme da Silva. **O ensino de Termodinâmica no ensino médio: relações entre conceitos e experiências práticas**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

SANTOS, Eduardo Rodrigues; SILVA, José Antônio. A BNCC e o ensino de Física: reflexões e desafios. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 123–137, 2021.

SANTOS, Carlos Gomes dos; PEREIRA, José Roberto da Silva. Compreensão dos conceitos complexos e abstratos no ensino de ciências: desafios e estratégias. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n.2, p. 1-12, 2021.

SANTOS, Fabrício Nunes. **O ensino de Termodinâmica no Ensino Médio: uma proposta com base na aprendizagem significativa**. 2022. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/2612>. Acesso em: 15 mar. 2025.

SCARPA, Daniela Pereira; CAMPOS, Eduardo Luiz. O ensino por investigação no contexto da BNCC: estratégias para o ensino de ciências. **Revista Ensino e Formação Docente**, v. 4, n. 2, p. 120–135, 2018.

SILVA, Tatiane Lima; ANTONELLO, Márcia Regina. Ensino de Ciências com experimentos de fácil acesso: contribuições para o ensino médio. **Revista Ensino e Pesquisa**, v. 5, n. 1, p. 77–88, 2023.

SILVA, Tatiane Lima; PEREIRA, Ana Souza. A Física e a Biologia no ensino de Ciências: articulações possíveis. **Revista Educação em Diálogo**, v. 19, n. 1, p. 59–74, 2020.

SILVA, Maria; PEREIRA, João. Metodologias ativas no ensino de Ciências. **Revista de Educação em Ciências**, v. 25, n. 2, p. 123-140, 2023.

SOARES, Rafael Martins et al. O uso de experimentos como facilitadores da aprendizagem. **Revista Prática Docente**, v. 8, n. 2, p. 112–126, 2023.

SOUZA, Carlos Leonardo. O ensino por investigação e sua aplicação no ensino de Ciências. **Revista Didática e Inovação**, v. 6, n. 2, p. 144–158, 2023.

SUTO, Yumi et al. Ensino investigativo em Física: práticas para o ensino médio. **Revista Interdisciplinar em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 87–101, 2021.

VIDAL, Lilian Machado Marques; JARDIM, Maria Inês de Affonseca; QUEIROS, Welington Pereira de. Ensino por Investigação: percepção de alunos sobre estratégia metodológica no processo de Aprendizagem em Biologia. **Revista Prática docente**, v.7, n. 2, p. 20-44, 2022.

WELTER, Rafael César; FOLETTTO, Maria Clara; BORTOLUZZI, Juliana Dias. Sequência de ensino investigativa: um recurso pedagógico para o ensino de ciências. **Revista Ensino e Prática**, v. 11, n. 3, p. 66–80, 2019.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

APÊNDICE A - SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO (SEI)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ-CAMPUS FLORIANO
ESPECIALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLÓGIA

Devido as inúmeras dificuldades que estão entrelaçadas aos conceitos de termodinâmica, essas dificuldades encontradas podem levar aos estudantes a terem dificuldades em entenderem como a energia pode ser transferida, transformada e conservada na termodinâmica. Contudo essa sequência investigativa visa abordar também as definições de frio e calor dentro dos conceitos da termodinâmica e das leis da Física. Dessa maneira a SEI – Sequência de Ensino Investigativo tem como objetivo introduzir os princípios básicos da termodinâmica como os conceitos de calor e temperatura a partir de experimentos de simulações e experimentos físicos com recursos de baixo custo com alunos do 7º ano da rede Municipal de Ensino.

Estrutura da sequência didática	
Conteúdo a serem desenvolvidos: Conceituais, Procedimentais e Atitudinais	
Público-alvo: Estudantes do 7º Ano	

Aulas	Programação	Dinâmica das atividades
1º Encontro (2 Aulas)	Temperatura e calor: <i>O frio existe?</i>	Contextualização: SEI (10min) Exposição Inicial: Definição de Frio e Calor na Termodinâmica (45min). Experimento: A expansão das partículas (40min). Fechamento: Discussões (20min).
2º Encontro (2 Aulas)	Experimento Investigativo: <i>Propagação de calor</i>	Exposição Inicial: Tipos de propagação de calor (30min). Experimento: Dança da Convecção (60min). Tarefa coletiva: Discursões a partir de questões problemas (20min). Fechamento: Socialização e Aplicação do relatório de prática com questionário de feedback (10min).

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO FECHADO PRÉ-TESTE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ-CAMPUS FLORIANO
ESPECIALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLÓGIA

QUESTIONÁRIO PRÉ-TESTE
Título de estudo: SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE A TERMODINÂMICA
Pesquisador responsável: FRANCISCA TANNYERY DA SILVA NASCIMENTO
Professor orientador: JOSÉ DA SILVA RODRIGUES

IDENTIFICAÇÃO

NOME: _____ IDADE: _____

ESCOLA: _____ SÉRIE: _____

SEXO: F () M ()

QUESTIONÁRIO PRÉ – TESTE

1. Você sabe o que é Calor?

- A) Sim.
- B) Não.
- C) Não tenho Certeza.

1.1 Qual é a definição de calor?

- A) Calor é a energia que se move de um corpo mais quente para outro mais frio.
- B) Calor é a mesma coisa que temperatura.
- C) Calor é algo invisível que fica preso dentro dos objetos.
- D) Calor é o que sentimos quando algo está quente.
- E) Não tenho Certeza.

2. Qual é a relação entre calor e temperatura?

- A) Calor é a mesma coisa que temperatura.
- B) Calor é a medida da temperatura de um objeto.
- C) Calor é a energia transferida entre corpos de diferentes temperaturas.
- D) Calor é a capacidade de um objeto de absorver luz solar.
- E) Não tenho certeza.

3. Qual é a definição de temperatura?

- A) A quantidade de calor que um objeto possui.
- B) A medida da energia cinética média das partículas de uma substância.
- C) A capacidade de um objeto de realizar trabalho.
- D) A quantidade de energia potencial de um objeto.
- E) Não tenho certeza

4. Qual é a escala de temperatura mais comumente usada no Brasil?

- A) Kelvin
- B) Fahrenheit
- C) Celsius
- D) Rankine
- E) Não tenho certeza

5. Quando você toma um sorvete em um dia quente, o que está acontecendo com o calor?

- A) O calor está se movendo do sorvete para a sua boca.
- B) O calor está se movendo da sua boca para o sorvete.
- C) O calor está se movendo do sol para o sorvete.
- D) O calor está se movendo da sua mão para a sua boca.
- E) Não tenho certeza

6. Quando colocamos uma colher de metal em uma xícara de chá quente, por que a colher fica quente?

- A) Porque o chá transfere energia térmica para a colher.
- B) Porque a colher absorve a luz do ambiente.
- C) Porque a colher produz calor.
- D) Porque o metal da colher é frio.
- E) Não tenho certeza.

7. Quando assamos um bolo no forno, qual método de transferência de calor está ocorrendo principalmente?

- A) Condução
- B) Convecção
- C) Radiação
- D) Evaporação
- E) Não tenho certeza.

8. Quando seguramos uma xícara de café quente, por que nossas mãos ficam quentes?

- A) Porque o calor do café se move para nossas mãos.
- B) Porque nossas mãos produzem calor.
- C) Porque o café absorve o calor de nossas mãos.
- D) Porque a xícara cria calor.
- E) Não tenho certeza.

9. O que acontece com as partículas de um corpo quando sua temperatura aumenta?

- A) Elas se movem mais lentamente.
- B) Elas permanecem imóveis.
- C) Elas se movem mais rapidamente.
- D) Elas se condensam.
- E) Não tenho certeza.

10. Por que usamos roupas de lã no inverno?

- A) Porque a lã absorve o frio do ambiente.
- B) Porque a lã impede que o calor do nosso corpo escape.
- C) Porque a lã libera calor para o nosso corpo.
- D) Porque a lã aumenta a temperatura do ambiente.
- E) Não tenho certeza.

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO FECHADO PÓS-TESTE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ-CAMPUS FLORIANO
ESPECIALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLÓGIA

QUESTIONÁRIO PÓS-TESTE
Título de estudo: SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE A TERMODINÂMICA
Pesquisador responsável: FRANCISCA TANNYERY DA SILVA NASCIMENTO
Professor orientador: JOSÉ DA SILVA RODRIGUES

IDENTIFICAÇÃO

NOME: _____ IDADE: _____
ESCOLA: _____ SÉRIE: _____
SEXO: F () M ()

QUESTIONÁRIO PÓS – TESTE

1. Você sabe o que é Calor?

- A) Sim.
- B) Não.
- C) Não tenho Certeza.

1.1 Qual é a definição de calor?

- A) Calor é a energia que se move de um corpo mais quente para outro mais frio.
- B) Calor é a mesma coisa que temperatura.
- C) Calor é algo invisível que fica preso dentro dos objetos.
- D) Calor é o que sentimos quando algo está quente.
- E) Não tenho Certeza.

2. Qual é a relação entre calor e temperatura?

- A) Calor é a mesma coisa que temperatura.
- B) Calor é a medida da temperatura de um objeto.
- C) Calor é a energia transferida entre corpos de diferentes temperaturas.
- D) Calor é a capacidade de um objeto de absorver luz solar.
- E) Não tenho certeza.

3. Qual é a definição de temperatura?

- A) A quantidade de calor que um objeto possui.
- B) A medida da energia cinética média das partículas de uma substância.
- C) A capacidade de um objeto de realizar trabalho.
- D) A quantidade de energia potencial de um objeto.
- E) Não tenho certeza

4. Qual é a escala de temperatura mais comumente usada no Brasil?

- A) Kelvin B) Fahrenheit C) Celsius
D) Rankine E) Não tenho certeza

5. Quando você toma um sorvete em um dia quente, o que está acontecendo com o calor?

- A) O calor está se movendo do sorvete para a sua boca.
B) O calor está se movendo da sua boca para o sorvete.
C) O calor está se movendo do sol para o sorvete.
D) O calor está se movendo da sua mão para a sua boca.
E) Não tenho certeza

6. Quando colocamos uma colher de metal em uma xícara de chá quente, por que a colher fica quente?

- A) Porque o chá transfere energia térmica para a colher.
B) Porque a colher absorve a luz do ambiente.
C) Porque a colher produz calor.
D) Porque o metal da colher é frio.
E) Não tenho certeza.

7. Quando assamos um bolo no forno, qual método de transferência de calor está ocorrendo principalmente?

- A) Condução B) Convecção C) Radiação
D) Evaporação E) Não tenho certeza.

8. Quando seguramos uma xícara de café quente, por que nossas mãos ficam quentes?

- A) Porque o calor do café se move para nossas mãos.
B) Porque nossas mãos produzem calor.
C) Porque o café absorve o calor de nossas mãos.
D) Porque a xícara cria calor.
E) Não tenho certeza.

9. O que acontece com as partículas de um corpo quando sua temperatura aumenta?

- A) Elas se movem mais lentamente.
B) Elas permanecem imóveis.
C) Elas se movem mais rapidamente.
D) Elas se condensam.
E) Não tenho certeza.

10. Por que usamos roupas de lã no inverno?

- A) Porque a lã absorve o frio do ambiente.
B) Porque a lã impede que o calor do nosso corpo escape.
C) Porque a lã libera calor para o nosso corpo.
D) Porque a lã aumenta a temperatura do ambiente.
E) Não tenho certeza.



APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO FEEDBACK

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ-CAMPUS FLORIANO
ESPECIALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLÓGIA

QUESTIONÁRIO FEEDBACK
Título de estudo: SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE A TERMODINÂMICA
Pesquisador responsável: FRANCISCA TANNYERY DA SILVA NASCIMENTO
Professor orientador: JOSÉ DA SILVA RODRIGUES

IDENTIFICAÇÃO

NOME: _____ IDADE: _____
 ESCOLA: _____ SÉRIE: _____

QUESTIONÁRIO DE FEEDBACK

Sobre o experimento “A expansão de partículas”:

1. Que nota você daria para o experimento como metodologia no ensino de termodinamica?
 () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
2. Que nota você atribuiria sobre o seu nível de dificuldade em compreender e executar a atividade proposta pelo experimento?
 () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
3. O experimento contribuiu para o seu conhecimento sobre o acontece com as partículas de um corpo quando sua temperatura aumenta?

4. Você gostou de participar do experimento?

5. Qual mensagem você deixaria para a pesquisadora?

Sobre o experimento “Dança da Convecção”:

1. Que nota você daria para o experimento como metodologia no ensino de termodinamica?
 () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
2. Que nota você atribuiria sobre o seu nível de dificuldade em compreender e executar a atividade proposta pelo experimento?
 () 0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5
3. O experimento contribuiu para o seu conhecimento sobre o acontece com as partículas de um corpo quando sua temperatura aumenta?

4. Você gostou de participar do experimento?

5. Qual mensagem você deixaria para a pesquisadora?

n.

ANEXO A - TALE

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS AMILCAR FERREIRA SOBRAL
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado(a) Estudante (a) TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
Você está sendo convidado a participar da pesquisa: O MUNDO DA TERMODINÂMICA: UMA TRILHA INVESTIGATIVA POR MEIO EXPERIMENTOS INTERATIVOS, coordenado pela pesquisadora Francisca Tannyery da Silva Nascimento. Você poderá entrar em contato comigo através do telefone (89) 99443-1342 ou mediante e-mail tannyery@gmail.com. SEUS PAIS E/OU RESPONSÁVEIS JÁ PERMITIRAM QUE VOCÊ PARTICIPE.

Queremos proporcionar uma experiência de aprendizagem mais autêntica, a partir do uso de uma Sequência de Ensino Investigativo - SEI sobre termodinâmica. Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os adolescentes que irão participar desta pesquisa têm entre 11 e 15 anos de idade. Se você aceitar participar e quiser desistir depois, também não tem problema nenhum. Você poderá sair do projeto em qualquer momento.

A pesquisa será realizada na Escola Municipal Raimundo de Moura Fé, durante as aulas de Ciências, onde os participantes responderão a três questionários, antes e após a participação das atividade da SEI usando experimentos, o pré-questionário tem a finalidade de verificar seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo, já o pós-questionário será aplicado após a aplicação da SEI a fim de analisar os conhecimentos adquiridos; Os alunos participarão de uma aula autêntica, usando uma SEI, sobre os conceitos da termodinâmica, além do mais responderam a um questionário de feedback na qual os participantes da pesquisa rão fazer uma avaliação das metodologias adotadas pela pesquisadora.

Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones acima. Você terá a oportunidade de entender os conceitos termodinâmicos de forma significativa por métodos



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS AMILCAR FERREIRA SOBRAL
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



interativos e experimentais. Sua participação na pesquisa é voluntária, não podendo envolver custos ou compensações financeiras. Dessa forma, havendo liberdade de recusar a participar. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão utilizados somente para fins acadêmicos, garantindo o anonimato dos alunos que participaram.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu _____, aceito participar da pesquisa: O MUNDO DA TERMODINÂMICA: UMA TRILHA INVESTIGATIVA POR MEIO DE EXPERIMENTOS INTERATIVOS.

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim e nem me fazer mal.

Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma via deste termo de assentimento.

A outra via ficará com a pesquisadora Francisca Tannyery da Silva Nascimento e concordo em participar da pesquisa.

Preencher quando necessário:

() Autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação, filmagem e/ou fotos; () Não autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação e/ou filmagem.

() Autorizo apenas a captação de voz por meio da gravação;

Local e data: _____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

ANEXO B - TCLE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS AMILCAR FERREIRA SOBRAL
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO - TCLE

Prezado(a) Senhor (a)

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma pesquisa denominada O MUNDO DA TERMODINÂMICA: UMA TRILHA INVESTIGATIVA POR MEIO DE EXPERIMENTOS INTERATIVOS. Esta pesquisa está sob a responsabilidade da pesquisadora Francisca Tannyery da Silva Nascimento e tem como objetivo proporcionar um ensino mais significativo para os alunos por meio de uma sequência de ensino investigativa sobre Termodinâmica.

Esta pesquisa tem por finalidade contribuir de maneira positiva para o desenvolvimento do conhecimento científico dos alunos, despertando a curiosidade e o interesse pela ciência. Neste sentido, solicitamos sua colaboração mediante a assinatura desse termo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visa assegurar seus direitos como participante. Após seu consentimento, assine todas as páginas e ao final desse documento que está em duas vias. O mesmo, também será assinado pelo pesquisador em todas as páginas, ficando uma via com você participante da pesquisa e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveite para esclarecer todas as suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de indicar sua concordância, você poderá esclarecê-las com o pesquisador responsável pela pesquisa Francisca Tannyery da Silva Nascimento, através do seguinte telefone (89) 99443-1342 ou do e-mail tannyery@gmail.com. Se mesmo assim, as dúvidas ainda persistirem você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI, que acompanha e analisa as pesquisas científicas que envolvem seres humanos, no Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Bairro Ininga, Teresina –PI,



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS AMILCAR FERREIRA SOBRAL
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



Telefone (86) 2222-4824, e-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br; no horário de atendimento ao público, segunda a sexta, manhã: 08h00 às 12h00 e a tarde: 14h00 às 18h00. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Esclarecemos mais uma vez que sua participação é voluntária, caso decida não participar ou retirar seu consentimento a qualquer momento da pesquisa, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo e o (os) pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento.

A pesquisa tem como justificativa tornar o ensino de Ciências mais motivador para estudantes da rede pública, destacando a interligação da matéria com o cotidiano. A falta de atividades práticas e a abordagem abstrata no ensino de ciências são barreiras significativas para um aprendizado superficial, devido à insuficiência ou ausência de laboratórios, o que impede os estudantes de observar fenômenos como energia, temperatura e calor. Para superar essas dificuldades, os professores devem buscar métodos alternativos que tornem os conceitos mais concretos. Uma solução proposta é a utilização de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), que guia os estudantes por etapas de exploração, investigação e descoberta ativa dos conceitos.

A pesquisa será realizada em uma escola pública de Floriano (PI) em horário extraclasse, para a sua realização serão utilizados os seguintes procedimentos para a coleta de dado: aplicação de questionários, antes e após a participação das atividades da SEI usando experimentos, o pré-questionário tem a finalidade de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos de Termodinâmica, já o pós questionário será aplicado após aplicação da SEI com o intuito de analisar os conhecimentos adquiridos durante as atividades propostas e um questionário de feedback na qual os participantes da pesquisa irão fazer uma avaliação das metodologias adotadas pela pesquisadora. A aplicação da SEI, ocorrerá por etapas e você terá a oportunidade de entender as funcionalidades do



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS AMILCAR FERREIRA SOBRAL
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



dia a dia, que são usadas pelo a Termodinâmica.

Todas as informações coletadas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos, além do mais o projeto e dados coletados será arquivado durante cinco anos pela pesquisadora responsável, após esse prazo será descartado de forma consciente. Esclareço que esta pesquisa acarreta os seguintes riscos, de ordem física e psicológica para o aluno(a), como a divulgação de nomes e imagens, visto isso todas as informações preenchidas nos questionários e fornecidas durante a participação nas aulas teórico-prática terão todos os cuidados referentes à ética, bem como a garantias de preservação dos dados, da confidencialidade e do anonimato dos participantes da pesquisa e demais envolvidos. Visando o controle dos métodos de segurança para evitar riscos de acidentes durante as experimentações, no experimento de movimento de partículas, apresenta riscos de queimaduras, porém será apresentado aos estudantes as precauções para evitar acidentes, dessa forma, esse experimento será realizado exclusivamente pela responsável da pesquisa, onde os estudantes puderam verificar e analisar os resultados sem que ocorra riscos, no segundo experimento os alunos manusearam a construção de um abajur com materiais recicláveis, que tem como objetivo mostrar como ocorre a convecção, nesta etapa os estudante utilizaram uma vela em um que pode apresentar alguns riscos, como por exemplo, intoxicação e queimaduras, mas com as devidas precauções, é possível minimizá-los e garantir a segurança, como a troca da parafina pela cera vegetal e o manuseio do experimento em superfície estável, não inflamável e longe de materiais inflamáveis, mantendo uma distância segura e serão todos supervisionados.

Os resultados obtidos nesta pesquisa serão utilizados para fins acadêmico científicos (divulgação em revistas e em eventos científicos) e os pesquisadores se comprometem a manter o sigilo e identidade anônima, como estabelecem as Resoluções do Conselho Nacional de Saúde nº. 466/2012 e 510/2016 e a Norma



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS AMILCAR FERREIRA SOBRAL
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA HUMANA
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO



Operacional 01 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, que tratam de normas regulamentadoras de pesquisas que envolvem seres humanos. E você terá livre acesso as todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo, bem como lhe é garantido acesso a seus resultados.

Esclareço ainda que você não terá nenhum custo com a pesquisa, e caso haja por qualquer motivo, asseguramos que você será devidamente ressarcido. Não haverá nenhum tipo de pagamento por sua participação, ela é voluntária. Caso ocorra algum dano comprovadamente decorrente de sua participação neste estudo você poderá ser indenizado conforme determina a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, bem como lhe será garantido a assistência integral.

Após os devidos esclarecimentos e estando ciente de acordo com os que me foi exposto, eu _____ declaro que aceito participar desta pesquisa, dando pleno consentimento para uso das informações por mim prestadas. Para tanto, assino este consentimento em duas vias, rubrico todas as páginas e fico com a posse de uma delas.

Preencher quando necessário:

- () Autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação, filmagem e/ou fotos;
- () Não autorizo a captação de imagem e voz por meio de gravação e/ou filmagem.
- () Autorizo apenas a captação de voz por meio da gravação;

Local e data: _____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável