



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO**  
**DECIÊNCIAS E MATEMÁTICA**



**ANA CAMILA DA SILVA CAMICO**

**APRENDIZAGEM ATIVA, FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS**  
**CIENTÍFICOS DE TERMODINÂMICA**

**MANAUS**  
**2025**

**ANA CAMILA DA SILVA CAMICO**

**APRENDIZAGEM ATIVA, FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS  
CIENTÍFICOS DE TERMODINÂMICA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Tecnologias para Formação, Difusão e o Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Expósito Nicot.

**MANAUS  
2025**

### Ficha Catalográfica

Elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

---

C183a Camico, Ana Camila da Silva  
Aprendizagem ativa, formação e desenvolvimento de conceitos científicos de termodinâmica / Ana Camila da Silva Camico. - 2025.  
98 f. : il., color. ; 31 cm.

Orientador(a): Yuri Expósito Nicot.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Amazonas,  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática,  
Manaus, 2025.

1. Aprendizagem Ativa. 2. Estratégia metodológica. 3.  
Termodinâmica. 4. Novo Ensino Médio. I. Nicot, Yuri Expósito. II.  
Universidade Federal do Amazonas. Programa de Pós-Graduação  
em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título

---

**Ana Camila da Silva Camico**

**APRENDIZAGEM ATIVA, FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE  
CONCEITOS CIENTÍFICOS DE TERMODINÂMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/PPGECIM da Universidade Federal do Amazonas/UFAM, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **YURI EXPOSITO NICOT**  
Data: 10/05/2025 00:25:23-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Prof. Dr. Yuri Exposito Nicot**  
Presidente da Banca

Documento assinado digitalmente  
 **MARIA IONE FEITOSA DOLZANE**  
Data: 12/05/2025 08:54:20-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Profa. Dra. Maria Ione Feitosa Dolzane**  
Membro Interno

*Minos Martins Adão Neto*

---

**Prof. Dr. Minos Martins Adão Neto**  
Membro Externo

Dedico este trabalho aos meus pais Marsilene e Francisco Camico, que sob muito sol, fizeram-me chegar até aqui, na sombra.

## AGRADECIMENTOS

Com profunda gratidão, inicio expressando meu reconhecimento a Deus por me conceder força e coragem para concluir mais uma etapa significativa em minha jornada na docência. Minha fé é a certeza de que não trilho esse caminho sozinha.

À minha mãe e ao meu pai, dirijo meu mais profundo agradecimento pela dedicação incansável, pelo esforço imensurável, pelo apoio e pelo cuidado incondicional. Apoio-me na sábia frase do físico Isaac Newton: “Se cheguei até aqui, foi porque me apoiei nos ombros de gigantes”. Esses gigantes sempre serão vocês.

Aos meus três amados irmãos, Milena, João Pedro e Jamily Camico, dedico uma gratidão especial. Em particular, a Milena Camico, cuja assistência e cujos conselhos foram cruciais para meu ingresso na universidade pública, sempre me estendendo a mão amiga e oferecendo apoio ao longo de nossa caminhada juntas.

Àqueles que foram pilares essenciais ao longo deste processo, meus amigos, expresso meu sincero reconhecimento. A Mateus Rodrigues, que me acompanhou desde a graduação até o processo seletivo do mestrado; a Raquel de Oliveira Sousa, cujas palavras de incentivo foram uma fonte constante de renovação do ânimo; e, por último, mas não menos importante, a Malena Albuquerque, que me ensinou a encontrar alegria mesmo nas adversidades. Seu apoio foi fundamental para que eu continuasse nesta jornada, e sua coragem e força são verdadeiramente admiráveis.

Aos notáveis professores do Departamento de Física da UFAM, Minos Adão, Wanderley Vitoriano e Haroldo Guerreiro, bem como aos do PPGECIM, Irlane Maia, Katiuscia de Souza, Maria Ione e Saulo Seiffert, expresso minha sincera gratidão por terem sido fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa.

Em especial, ao professor Minos Adão, minha profunda admiração e reconhecimento. Sua orientação na minha monografia foi decisiva para a construção do pré-projeto que me permitiu ingressar no mestrado com êxito. Sou imensamente grato pela leveza com que conduziu esse processo, pelo incentivo constante e por me fazer acreditar que era possível transitar diretamente da graduação para a pós-graduação. Seu apoio foi essencial para que eu desse esse grande passo na minha trajetória acadêmica.

Ao professor Yuri Expósito, minha gratidão por ter sido meu professor na graduação, em disciplinas como estágio, e, ao final dessa etapa, por ter se disposto

não apenas a aconselhar sobre a pós-graduação, mas também por aceitar ser meu orientador. Além de um excelente professor, Yuri demonstrou ser um orientador compreensivo e um conselheiro atento, conduzindo essa caminhada de maneira amigável e inspiradora. Seu apoio e orientação foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, colegas e à equipe pedagógica do Colégio Dom Bosco Leste, que sempre me apoiaram e acreditaram em meu potencial, deixo meu reconhecimento. Gostaria também de expressar minha gratidão aos discentes que compartilharam comigo esta jornada acadêmica e profissional. Suas contribuições, dedicação e colaboração foram fundamentais para nosso crescimento mútuo.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para o êxito desta pesquisa, expresso meu sincero agradecimento. À CAPES, meu profundo reconhecimento pelo apoio financeiro que possibilitou esta conquista.

Meus mais sinceros agradecimentos a todos.

*“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso!  
Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu  
Deus, estará com você por onde você andar”.*  
*(Josué 1:9)*

## RESUMO

A formação e o desenvolvimento de conceitos científicos são fundamentais para o processo educacional, pois favorecem a compreensão significativa dos conteúdos curriculares no ensino e na aprendizagem. A introdução da aprendizagem ativa em sala de aula oferece uma nova perspectiva pedagógica, permitindo uma melhor assimilação dos conceitos científicos essenciais. Esta pesquisa fundamenta-se teoricamente na aprendizagem ativa e nas estratégias voltadas à sua implementação metodológica, configurando-se como um diferencial no contexto da nova geração de sujeitos ativos no processo de construção do saber, especialmente diante das tecnologias digitais da informação e comunicação. A problemática investigada é: como a aprendizagem ativa pode contribuir para a formação de conceitos científicos em termodinâmica no processo de ensino-aprendizagem em uma escola de ensino médio em Manaus? Nesse sentido, o objetivo geral consiste em implementar um processo de ensino-aprendizagem ativo, articulado à formação de conceitos científicos, por meio de estratégias que favoreçam a cognição e a interatividade. Metodologicamente, trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa e participativa, baseada em um estudo de caso com estudantes do primeiro ano do novo ensino médio, utilizando uma amostra de estudantes de uma escola localizada na zona leste de Manaus. Os resultados evidenciaram uma estrutura metodológica voltada à interatividade no ensino contemporâneo, promovendo a mobilização da aprendizagem e o desenvolvimento de habilidades e competências, com o intuito de enriquecer a experiência educacional dos estudantes.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Ativa; Estratégia metodológica; Termodinâmica; Novo Ensino Médio.

## ABSTRACT

The formation and development of scientific concepts are fundamental to the educational process, as they favor the meaningful understanding of curricular content in teaching and learning. The introduction of active learning in the classroom offers a new pedagogical perspective, allowing for better assimilation of essential scientific concepts. This research is theoretically based on active learning and the strategies aimed at implementing it methodologically, and is configured as a differential in the context of the new generation of active subjects in the process of constructing knowledge, especially in the face of digital information and communication technologies. The problem investigated is: how can active learning contribute to the formation of scientific concepts in thermodynamics in the teaching-learning process in a high school in Manaus? In this sense, the general objective is to implement an active teaching-learning process, linked to the formation of scientific concepts, through strategies that favor cognition and interactivity. Methodologically, this is a qualitative and participatory study, based on a case study with students in the first year of the new high school, using a sample of students from a school located in the east of Manaus. The results showed a methodological structure focused on interactivity in contemporary teaching, promoting the mobilization of learning and the development of skills and competences, with the aim of enriching the students' educational experience.

**Keywords:** Active Learning; Methodological Strategy; Thermodynamics; New High School Curriculum.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Conceitos-chaves de Vygotsky .....	22
Figura 2: Atividade de investigação proposto pelo livro didático .....	25
Figura 3: Representação adaptada do processo de implementação da estratégia...37	
Figura 4: Integração da Física nas diversas áreas do conhecimento.....	40
Figura 5: Página inicial da ferramenta <i>Plickers</i> .....	60
Figura 6: Área destinada aos estudantes cadastrados em cada turma na ferramenta <i>Plickers</i> .....	60
Figura 7: Gráfico de distribuição de categorias de respostas sobre conceitos de calor e temperatura entre os estudantes.....	66
Figura 8: Aula teórica com a turma .....	68
Figura 9: Estudante realizando o teste conceitual de forma individual.....	69
Figura 10: Desempenho dos estudantes ao realizarem o teste conceitual individualmente .....	69
Figura 11: Demonstração do experimento da máquina a vapor.....	73
Figura 12: Experimento que demonstra o funcionamento de uma máquina térmica a vapor .....	73
Figura 13: Experimento que demonstra o conceito de transferência de calor e equilíbrio térmico .....	74
Figura 14: Mapas conceituais produzidos pelos estudantes e armazenados no mural do Padlet, acessível ao público por meio do link disponibilizado .....	76

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conceitos térmicos na BNCC .....	44
Tabela 2 – Estrutura dos conteúdos.....	46
Tabela 3 – Planejamento dos encontros .....	53
Tabela 4 – Categoria 1: Tentativa de explicação com conceitos próximos .....	63
Tabela 5 – Categoria 2: Conceitos parciais ou alternativos .....	63
Tabela 6 – Categoria 3: Compreensão intuitiva ou cotidiana .....	63
Tabela 7 – Categoria 4: Raciocínios equivocados .....	64
Tabela 8 – Análise Comparativa de Desempenho: Pré-Teste e Pós-Teste .....	70
Tabela 9 – Questionário de percepção dos estudantes .....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
ICE	Instituto de Ciências Exatas
IpC	Instruções por Colegas
JMC	Jefferson Medical College
NBME	National Board of Medical Examiners
NEM	Novo Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
RCA	Referencial Curricular Amazonense
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	CONCEITOS CIENTÍFICOS: DA TEORIA AO MÉTODO .....	20
2.1	A JORNADA COGNITIVA: FORMAÇÃO DE CONCEITOS E SUA INFLUÊNCIA NA COMPREENSÃO DA TERMODINÂMICA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY .....	20
2.1.1	O USO DA EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS.....	24
2.2	INTERAÇÕES ENTRE O APRENDIZADO E DESENVOLVIMENTO - LEV VYGOTSKY .....	26
2.3	APRENDIZAGEM ATIVA E O PROCESSO DE APRENDIZAGEM.....	27
2.4	APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP) .....	29
2.4.1	METODOLOGIAS ATIVAS .....	30
2.4.1.1	<i>APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO DA TERMODINÂMICA</i> .....	33
2.4.1.2	<i>A IMPORTÂNCIA DO FEEDBACK NA APRENDIZAGEM ATIVA</i> .....	34
2.4.1.3	<i>MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTA DE ESTRUTURAÇÃO DO CONHECIMENTO</i> .....	35
2.4.1.4	<i>A RELAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM ATIVA E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS</i> .....	35
2.4.1.5	<i>PEER INSTRUCTION</i> .....	36
2.5	NOVO ENSINO MÉDIO E A FÍSICA .....	38
2.5.1	PEER INSTRUCTION DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO MÉDIO .....	41
3	UM BREVE ESTUDO SOBRE TERMODINÂMICA.....	44
3.1	CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS.....	47
4	QUESTÃO DE PESQUISA E PERCURSO METODOLÓGICO .....	49
4.1	PROBLEMA DA PESQUISA.....	49
4.2	OBJETIVOS .....	49
4.2.1	OBJETIVO GERAL.....	49
4.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	49
4.2.3	QUESTÕES NORTEADORAS .....	50

<b>4.3</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	<b>50</b>
<b>4.4</b>	<b>LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA E PARTICIPANTES DA PESQUISA</b> .....	<b>51</b>
<b>4.5</b>	<b>CRITÉRIOS ÉTICOS DA PESQUISA</b> .....	<b>52</b>
<b>4.6</b>	<b>PROCESSO DA PESQUISA</b> .....	<b>53</b>
4.6.1	ETAPA 01: ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL .....	54
4.6.2	ETAPA 02: REALIZAÇÃO DOS ENCONTROS .....	54
4.6.3	OBJETIVOS DE CADA ENCONTRO .....	55
<b>4.7</b>	<b>PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS</b> .....	<b>57</b>
4.7.1	QUESTIONÁRIO .....	57
4.7.2	DIÁRIO DE CAMPO .....	58
4.7.3	OBSERVAÇÃO PARTICIPATIVA .....	58
4.7.4	APOIO TECNOLÓGICO .....	59
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>62</b>
<b>5.1</b>	<b>PRÉ-TESTE – CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA: UM ESTUDO CATEGORIAL DE RESPOSTAS</b> .....	<b>62</b>
<b>5.2</b>	<b>TDICS ALIADAS AO PROCESSO DE APRENDIZAGEM</b> .....	<b>67</b>
<b>5.3</b>	<b>A INTEGRAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS TEÓRICAS: ESTRATÉGIA PARA UMA APRENDIZAGEM ATIVA</b> .....	<b>71</b>
<b>5.4</b>	<b>TDICS ALIADAS AO PROCESSO DE APRENDIZAGEM- PADLET</b> .....	<b>75</b>
<b>5.5</b>	<b>PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE FERRAMENTAS DIGITAIS E APRENDIZAGEM ATIVA EM TERMODINÂMICA</b> .....	<b>77</b>
<b>5.6</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>78</b>
<b>5.7</b>	<b>LIMITAÇÕES DA PESQUISA</b> .....	<b>79</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES</b> .....	<b>81</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>83</b>
	<b>ANEXO A – CEP</b> .....	<b>90</b>
	<b>ANEXO B – QUESTIONÁRIO 1</b> .....	<b>93</b>
	<b>ANEXO C – QUESTIONÁRIO 2</b> .....	<b>95</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O que é a formação conceitual para o professor, e como ele percebe que o estudante conseguiu realizá-la? Vygotsky (1991) nos afirma que a formação de conceitos é o resultado de uma atividade complexa, na qual todas as funções intelectuais básicas participam. Compreendemos que a formação conceitual diz respeito ao processo de aprendizagem e internalização dos conceitos fundamentais em uma determinada área do conhecimento. Esse processo vai além da simples memorização de definições: envolve a apropriação significativa dos princípios, leis e teorias que constituem o corpo conceitual da disciplina.

A formação conceitual no ensino de Física constitui-se como um elemento transcendental, ao representar uma habilidade intelectual e lógica essencial. Consideramos essa formação de extrema importância para que o ensino de Física contribua efetivamente na formação de cidadãos com pensamento crítico e colaborativo — um perfil alinhado às demandas da sociedade contemporânea (Marques; Araujo, 2010). Assim, compreendemos que o ensino de Física vai muito além da memorização de fórmulas; a transcendência, nesse caso, refere-se ao papel central e indispensável que os conceitos físicos exercem na construção de um entendimento mais amplo, integrado e significativo da realidade.

A formação conceitual, nesse sentido, não se limita ao campo educacional formal. Ela ocorre a partir do desenvolvimento cognitivo do ser humano, que, conforme destaca Aranha (2016), se dá por meio da interação com o meio. A criança, ao estabelecer contato com objetos e pessoas, amplia seu aprendizado a partir de novas descobertas e relações com o mundo ao seu redor. Dessa forma, reconhecemos que a formação conceitual em Física deve ser promovida desde as etapas iniciais da aprendizagem, possibilitando ao estudante desenvolver competências que transcendem o domínio técnico e o capacitam a interpretar, intervir e transformar a realidade em que vivem.

O meio, a escola, os professores e os próprios estudantes desempenham papéis fundamentais no processo de formação conceitual. A escola, por ser o espaço onde o sujeito passa uma parte significativa de sua vida, deve reconhecer e priorizar a importância dessa formação. Como enfatiza Brito (1996, p. 74),

Um dos principais objetivos da escola é o ensino de conceitos, pois, recorre a ideia de que a partir da formação dos conceitos que o estudante conseguirá aprender os princípios (regras, axiomas, etc.) e, na sequência, resolver problemas que envolvam esses conceitos e princípios.

Para Vygotsky, teórico que fundamenta esta dissertação, o elo central do processo de aprendizagem é a formação de conceitos pela criança. Reconhecemos, portanto, a importância fundamental dessa formação para o desenvolvimento pleno dos sujeitos.

A partir do momento que a criança descobre que tudo tem um nome, cada novo objeto que surge representa um problema que a criança resolve atribuindo-lhe um nome. Quando lhe falta a palavra para nomear este novo objeto, a criança recorre ao adulto. Esses significados básicos de palavras assim adquiridos funcionarão como embriões para a formação de novos e mais complexos conceitos (Vygotsky, 1991, p. 4).

Percebemos a extrema importância do processo de formação conceitual científica, o qual representa a superação dos conceitos espontâneos adquiridos ao longo da vida cotidiana dos estudantes. Essa passagem é essencial para a construção de um conhecimento mais elaborado, sistematizado e socialmente validado. Dessa forma, torna-se necessário compreender como a formação de conceitos científicos se desenvolve por meio dos processos cognitivos no ambiente escolar, e de que maneira essa dinâmica se articula com as práticas de aprendizagem ativa.

A aprendizagem ativa, nesse contexto, evidencia um estudante ativo, reflexivo e participante do processo de ensino-aprendizagem — uma postura que contrasta com as abordagens tradicionais de ensino, centradas apenas na transmissão e na passividade dos estudantes. Como afirma Rego (1995, p. 90), “A aprendizagem é confundida com a memorização de um conjunto de conteúdos desarticulados, conseguida através da repetição de exercícios sistemáticos (elogios, recompensas) ou negativos (notas baixas, castigos, etc.)”.

Segundo Bacich e Morán (2018, p. 36), “A vida é um processo de aprendizagem ativa, de enfrentamento de desafios cada vez mais complexos”. Essa afirmação reforça a importância de o estudante estar ativamente envolvido no processo de ensino-aprendizagem, sempre considerando a bagagem intelectual e experiencial que ele já traz consigo. Mais do que nunca, as transformações socioculturais e tecnológicas exigem um aprendiz ativo — um sujeito protagonista de sua própria trajetória de aprendizagem, capaz de se posicionar como maestro de sua sinfonia de

saberes, conduzindo seu desenvolvimento a partir de seus interesses, necessidades cognitivas e práticas (Zwicker, 2017).

Sabemos que estamos inseridos em um mundo cada vez mais tecnológico, no qual as novas ferramentas podem atuar como importantes colaboradoras no processo de ensino-aprendizagem. A aceleração da tecnologia, especialmente no campo da informação e comunicação, pressiona a escola a promover mudanças nas relações que envolvem o ensino e a aprendizagem (Silva; Duarte, 2014). Nesse contexto, adotamos a estratégia *peer instruction* (Instrução por Colegas – IpC), que combina o uso da tecnologia — por meio da aplicação de testes conceituais em ferramentas online — e o uso de mapas conceituais. Essas duas estratégias atuam como facilitadoras para promovermos a formação de conceitos científicos em termodinâmica, buscando potencializar a aprendizagem significativa dos estudantes.

A estratégia IpC é uma metodologia ativa de aprendizagem desenvolvida por Eric Mazur no início dos anos 90 para estimular um aprendizado significativo dos conceitos expostos em suas aulas de Física na Universidade de Harvard (Silva; Sales; Castro, 2020). A tecnologia utilizada chama-se Plickers. Trata-se de uma ferramenta gratuita de contagem de votos que permite a criação de bibliotecas de questões elaboradas pelo professor, o cadastramento e acompanhamento dos estudantes organizados em salas, e a geração de bases de dados com os resultados obtidos em cada teste (Silva; Sales; Castro, 2020).

A problemática que abordamos nesta dissertação é: como a aprendizagem ativa pode contribuir para a formação de conceitos científicos em termodinâmica no processo de ensino-aprendizagem em uma escola de ensino médio em Manaus? Essa questão delimita o objeto e o campo de ação da nossa investigação, diante da necessidade de compreender o processo de ensino-aprendizagem contemporâneo e as possibilidades que ele oferece para a formação e o desenvolvimento de habilidades intelectuais nos estudantes de Física do ensino médio. Nesse sentido, destacamos a afirmação de Hitotuzi e Morais (2021), que ressaltam que a aprendizagem deve ser observável e, portanto, as evidências desse fenômeno precisam ser demonstradas e mensuradas.

A reflexão sobre a formação de conceitos em termodinâmica iniciou durante a formação acadêmica da autora, sendo impulsionada por suas experiências em projetos de carreira docente, como o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e a Residência Pedagógica. Essa reflexão resultou em uma

monografia que apresentou resultados significativos, os quais foram posteriormente compartilhados por meio da publicação de um resumo expandido nos Anais do Simpósio Nacional de Metodologias Ativas na Educação Profissional Tecnológica, promovido pelo Instituto Federal do Acre (Camico; Neto, 2023), bem como na X Semana de Ciência e Tecnologia do Instituto de Ciências Exatas (ICE), realizada pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

O objetivo geral desta dissertação foi implementar um processo de ensino-aprendizagem ativa em sua relação com a formação de conceitos científicos e as estratégias que facilitem a cognição e a interatividade, acompanhado dos seguintes objetivos específicos:

- Realizar um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre termodinâmica;
- Caracterizar o processo de ensino-aprendizagem de Física no Novo Ensino Médio (NEM), incluindo os fatores que integram o RCA e a BNCC;
- Implementar a relação teórico-prática entre aprendizagem ativa e a formação de conceitos científicos, com o objetivo de estabelecer um modelo didático;
- Identificar os indicadores que demonstram a relação entre um processo de ensino-aprendizagem ativo e a formação dos conceitos de termodinâmica, a partir da implementação do objeto de estudo.

Sendo assim, diante do exposto, esta dissertação se justifica por viabilizar a construção dos conceitos básicos e indispensáveis da termodinâmica, por meio do uso de métodos e estratégias da aprendizagem ativa, estimulando sempre a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

As questões norteadoras que orientam este estudo são:

- Como analisar a formação de conceitos científicos, levando em conta o desenvolvimento cognitivo do sujeito?
- A utilização da estratégia *peer instruction* promove a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem?

- É possível avaliar o impacto da aprendizagem ativa na compreensão dos conceitos científicos pelos estudantes, por meio da aplicação de mapas conceituais?

A estrutura desta dissertação será orientada pela seguinte sequência: no capítulo 2, abordaremos a formação dos conceitos científicos e o embasamento teórico relacionado a esse processo, destacando a crescente relação educacional com a estratégia *peer instruction* no contexto do ensino-aprendizagem em Física.

No capítulo 3, discutiremos a termodinâmica no ensino de Física, enfocando suas abordagens tradicionais e refletindo sobre sua relação com a *peer instruction*, conforme proposta nesta dissertação.

No capítulo 4, retomaremos a problemática, os objetivos da pesquisa e alinharemos esses aspectos com a metodologia adotada, descrevendo o processo realizado coletivamente com os estudantes do primeiro ano do ensino médio da escola onde desenvolvemos o estudo.

No capítulo 5, apresentaremos os resultados obtidos e as discussões pertinentes à dissertação.

Por fim, no capítulo 6, traremos nossas considerações finais, refletindo sobre o alinhamento do processo investigativo e sugerindo possíveis desdobramentos para pesquisas futuras.

## **2 CONCEITOS CIENTÍFICOS: DA TEORIA AO MÉTODO**

Neste primeiro capítulo, apresentamos o desenvolvimento dos conceitos científicos à luz da teoria sociointeracionista de L. S. Vygotsky. Abordamos também o conceito de aprendizagem ativa, as metodologias ativas e a estratégia adotada para seu desenvolvimento. O título “Conceitos Científicos: da teoria ao método” foi escolhido para refletir a abordagem gradual que orienta este capítulo, que se inicia pela fundamentação teórica sobre a formação de conceitos científicos e avança até a apresentação das estratégias investigativas utilizadas no estudo. Reconhecemos que essa base teórica é fundamental para fundamentar e promover práticas pedagógicas eficazes.

### **2.1 A JORNADA COGNITIVA: FORMAÇÃO DE CONCEITOS E SUA INFLUÊNCIA NA COMPREENSÃO DA TERMODINÂMICA SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY**

A compreensão e o estudo da formação conceitual são essenciais para o desenvolvimento educacional e profissional dos estudantes, por funcionarem como base para a construção de conhecimentos mais avançados. Sem uma sólida compreensão dos conceitos básicos, os estudantes enfrentam dificuldades para assimilar tópicos mais complexos e interconectados. Essa base conceitual permite uma progressão lógica que favorece o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico, como analisar situações, identificar problemas e sintetizar informações de maneira estruturada e lógica. Além disso, o domínio dos conceitos facilita a aplicação prática do conhecimento teórico, promovendo abordagens eficazes na resolução de problemas em diferentes contextos e disciplinas. Isso é particularmente importante em áreas como engenharia e tecnologia, onde uma formação conceitual sólida possibilita o desenvolvimento e a implementação de soluções técnicas eficazes.

Uma compreensão clara dos conceitos também desperta a curiosidade e o engajamento nos estudantes, aumentando sua confiança e motivação para explorar mais profundamente os conteúdos. Esse envolvimento não apenas fortalece o desempenho acadêmico, mas também prepara os estudantes para aplicar o conhecimento em situações práticas e inovadoras na vida cotidiana e nas suas

carreiras profissionais. Assim, a formação conceitual sólida é um alicerce indispensável para o desenvolvimento intelectual e para a aplicação efetiva do aprendizado em diferentes contextos.

Ao iniciar sua jornada escolar, o sujeito se depara com conceitos que constituem a base para a assimilação de novos conhecimentos. Essa base conceitual não apenas influencia a compreensão inicial, mas também molda a capacidade de adquirir e aplicar conceitos mais avançados ao longo do percurso educacional. Os autores Lima, Júnior e Caro (2011, p. 858) afirmam: “Pensamos por conceitos; eles são ferramentas que utilizamos para pensarmos o mundo e a nós mesmos, para agirmos no mundo e interagirmos com ele e com os outros”. Assim, os conceitos vão se modificando, tanto em extensão quanto em compreensão, num processo lento e desafiador de produção de sentidos e de confronto com os significados socialmente estabelecidos.

Sabe-se que, ao descobrir uma palavra nova ou, mais precisamente, um conceito inédito, o sujeito não aprende ou memoriza tal conceito de maneira imediata e precisa. Esse processo ocorre progressivamente, seja no ambiente domiciliar ou em sala de aula. Quando uma palavra nova, ligada a um determinado significado, é aprendida pela criança, o seu desenvolvimento está apenas começando. Inicialmente, ocorre uma generalização do tipo mais elementar, que, à medida que a criança se desenvolve, vai sendo substituída por generalizações mais complexas, culminando no processo de formação dos verdadeiros conceitos (Vygotsky, 2000).

Os conhecimentos adquiridos ao longo das vivências são os chamados conceitos espontâneos, que, segundo Vygotsky, são conceitos desenvolvidos naturalmente pela criança a partir das suas reflexões sobre as experiências cotidianas. Esses conceitos, muitas vezes, servem como barreira para a consolidação do verdadeiro conceito. Vygotsky (1991) afirma que toda literatura científica sobre essa questão mostra que os conceitos espontâneos sempre foram os objetos de quase todas as investigações dedicadas ao problema da formação de conceitos.

O processo de educação escolar é qualitativamente diferente do processo de educação em sentido amplo. Na escola a criança está diante de uma tarefa particular: entender as bases dos estudos científicos, ou seja, um sistema de concepções científicas. Durante o processo de educação escolar a criança parte de suas próprias generalizações e significados; na verdade ela não sai de seus conceitos mas sim, entra num novo caminho acompanhada deles, entra no caminho da análise intelectual, da comparação, da unificação e do estabelecimento de relações lógicas. A criança raciocina, seguindo as

explicações recebidas, e então reproduz operações lógicas, novas para ela, de transição de uma generalização para outras generalizações. Os conceitos iniciais que foram construídos na criança ao longo de sua vida no contexto de seu ambiente social (Vygotsky chamou esses conceitos de "diários" ou "espontâneos", espontâneos na medida em que são formados independentemente de qualquer processo especialmente voltado para desenvolver seu controle) são agora deslocados para um novo processo, para nova relação especialmente cognitiva com o mundo, e assim nesse processo os conceitos da criança são transformados e sua estrutura muda. Durante o desenvolvimento da consciência na criança o entendimento das bases de um sistema científico de conceitos assume agora a direção do processo (Vygotsky, 1991, p. 86).

Vygotsky (1991) destacou que o desenvolvimento cognitivo está associado às interações sociais e culturais, enfatizando que a aprendizagem ocorre em um contexto social mediado por ferramentas culturais e pela linguagem. Ele introduziu conceitos-chave que fundamentam sua teoria:

**Figura 1:** Conceitos-chaves de Vygotsky



Fonte: Autoria própria (2024).

Segundo Vygotsky, antes de entrar na escola, o estudante encontra-se na Zona de Desenvolvimento Real, ou efetivo, que corresponde ao conjunto de habilidades e conhecimentos já consolidados por meio de experiências espontâneas, interações familiares e culturais, e vivências cotidianas. Sobre a aprendizagem iniciar muito antes da escola, ele destaca que:

Qualquer situação de aprendizado com a qual a criança se defronta na escola tem sempre uma história prévia. Por exemplo, as crianças começam a

estudar aritmética na escola, mas muito antes elas tiveram alguma experiência com quantidades – tiveram que lidar com operações de divisão, adição, subtração e determinação de tamanho. Conseqüentemente, as crianças têm a sua própria aritmética pré-escolar (Vygotsky, 1991, p. 110).

Quando a criança entra na escola, ela passa a ter acesso a um novo nível de interações e ferramentas, indo além do que já sabe, alcançando a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP abrange o potencial de aprendizagem que pode ser explorado com o auxílio de alguém mais experiente, como um professor, tutor ou colega. Vygotsky afirma que a ZDP é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se determina através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1991).

Trazendo para o contexto desta proposta, muitos estudantes mantêm conceitos espontâneos ao tentar conceituar termos da termodinâmica, o que pode dificultar a formação de uma compreensão científica sólida. A termodinâmica, sendo uma área essencial da Física que estuda os fenômenos relacionados ao calor, à temperatura e à energia, desafia frequentemente as concepções prévias dos estudantes, uma vez que esses conceitos são inicialmente aprendidos de forma empírica no dia a dia, sem o rigor científico. Para os autores do livro Fundamentos de Física (2018), um dos principais ramos da Física é a termodinâmica, que estuda a energia térmica dos sistemas. Um dos conceitos centrais da termodinâmica é o de temperatura e energia térmica (Halliday, Resnick, Walker, 2018).

Desde a infância, temos um conhecimento prático dos conceitos de temperatura e energia térmica. Entretanto, com base em algumas experiências cotidianas, é comum que os estudantes formem conceitos errôneos. Muitos deles acreditam que o calor é uma substância ou algo que um objeto possui. Nas aulas de Física, os estudantes chegam à definição dos conceitos científicos baseados nas teorias, leituras e experimentos. No livro Fundamentos de Física (2018), calor é definido como a energia trocada entre um sistema e o ambiente devido a uma diferença de temperatura.

Pulido e Silva (2011, p. 52) observam que a literatura comprova que o calor é um conceito que costuma apresentar certo enigma para o estudante, já que ele traz ideias prévias sobre temperatura e calor relacionadas à forma como esses fenômenos

se manifestam no cotidiano: “O calor é uma substância”; “Tanto o calor quente quanto o calor frio têm existência real”; “O calor é proporcional à temperatura”. Para Vygotsky (2000), a construção conceitual não é um processo passivo ou uma simples formação por associação: o conceito não é apenas um conjunto de conexões associativas que se assimilam com a ajuda da memória; não é um hábito mental automático, mas um autêntico e completo ato do pensamento.

Nesse sentido, a experimentação surge como uma estratégia didática essencial para transformar as concepções espontâneas em conceitos científicos. Por meio da prática experimental, nossos estudantes têm a oportunidade de confrontar suas ideias prévias com fenômenos observáveis e mensuráveis, permitindo-lhes compreender, de forma ativa e contextualizada, os princípios fundamentais que regem os processos térmicos.

As experiências como o uso de materiais para medir temperatura, observar trocas de calor e identificar estados de equilíbrio térmico proporcionam um ambiente propício para o desenvolvimento de conceitos sólidos, contribuindo para a formação de uma visão científica aprofundada sobre os fenômenos naturais.

Dessa forma, a experimentação não apenas facilita a aprendizagem, mas também estimula o pensamento crítico e a habilidade de aplicar o conhecimento em situações práticas. Por isso, entendemos que a aprendizagem ativa, por meio da experimentação, oportuniza uma construção mais significativa do saber, envolvendo o estudante como protagonista do processo e fortalecendo sua autonomia e capacidade investigativa.

### **2.1.1 O USO DA EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS**

Nesta proposta, realizamos um experimento denominado “três bacias de água”, amplamente conhecido e utilizado no ensino de Física e Ciências para ilustrar os conceitos de calor e temperatura. Trata-se de uma prática pedagógica clássica que se baseia nos princípios da termodinâmica. Santos (2022) no livro didático da Coleção Passaporte propõe o experimento, conforme ilustrado na Figura 2.

**Figura 2:** Atividade de investigação proposto pelo livro didático

**INVESTIGAÇÃO**

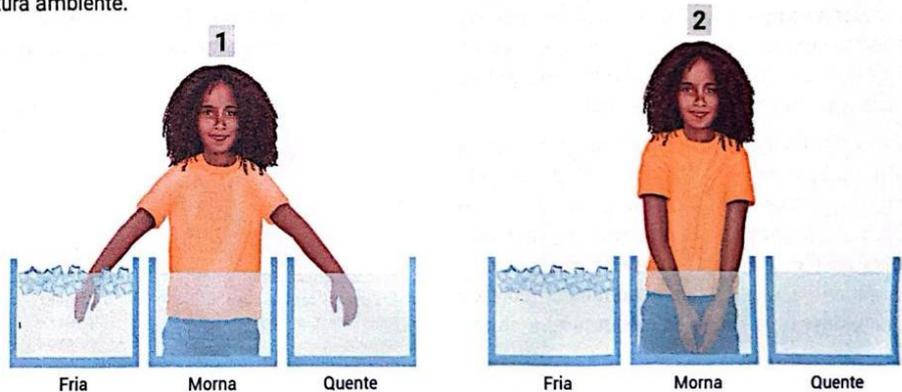
Existe um experimento muito simples que pode ser realizado para comprovar que o corpo humano pode ser enganado em relação à sensação térmica.

**Materiais**

- 3 recipientes
- água à temperatura ambiente
- água com gelo
- água aquecida, de forma que você sinta que está quente, porém dentro do que seria tolerável para não causar nenhuma queimadura ou acidente

**Procedimento**

1. Coloque os três recipientes em linha à sua frente, sobre uma mesa ou um balcão. Simultaneamente, coloque uma mão dentro do recipiente com água fria e a outra no recipiente com água quente.
2. Após alguns segundos, retire as mãos de ambos os recipientes e imediatamente as coloque no recipiente com água à temperatura ambiente.



**Análise e registro**

1. Qual foi a sensação que você teve ao retirar as mãos dos recipientes com água fria e quente e mergulhá-las na água à temperatura ambiente?
2. Com base na experiência, qual a sua opinião sobre o corpo humano ser utilizado como ferramenta para estabelecer valores precisos de temperatura? Justifique.

54

Fonte: Santos (2022, p. 54).

A origem deste experimento pode estar conectada à pedagogia científica e às abordagens experimentais dos séculos XIX e XX, quando os educadores começaram a usar demonstrações práticas para ensinar conceitos abstratos. O uso de atividades de demonstração foi mais difundido nas escolas entre a metade do século XIX e a metade do século XX (Taylor; Bross *apud* Gaspar, 2005). Os autores também afirmam que, a partir da década de 1970, começaram a surgir em todo o mundo museus e centros de ciências, locais onde as demonstrações experimentais se tornaram o centro da atenção e do encantamento de seus visitantes.

O experimento escolhido para ser realizado em uma das etapas desta pesquisa é simples, mas explora os fundamentos da interação térmica e a subjetividade da sensação térmica, conceitos que também estão alinhados com as ideias de mediação e aprendizagem ativa defendidas por Vygotsky. Ao ser explicado aos estudantes que o calor é a agitação da matéria ao nível microscópico, observa-se que pilares precisam ser desenvolvidos para que eles aprendam e fixem tais conceitos gradativamente. Assim, formam-se conceitos científicos de suma importância para a ciência da termodinâmica. A formação de tais conceitos também depende da prática pedagógica do professor em sala de aula, como afirma Schroeder:

As intervenções deliberadas do professor são muito importantes no desencadeamento de processos que poderão determinar o desenvolvimento intelectual dos seus estudantes, a partir da aprendizagem dos conteúdos escolares, ou, mais especificamente, dos conceitos científicos (Schroeder, 2007, p. 296).

O ambiente escolar no qual os estudantes estão inseridos é de suma importância, pois é o local onde irão interagir com o meio. Conforme defende Vygotsky (2000), o desenvolvimento humano ocorre na relação entre o sujeito e a natureza. A escola, portanto, é o local onde os estudantes entrarão em contato com um grande e variado conjunto intelectual, hierarquicamente organizado a partir das diferentes áreas do conhecimento que compõem o currículo. Este conjunto conceitual, em princípio, deveria ampliar e transformar as relações dos estudantes com a sua realidade, ou seja, transformar a forma e o conteúdo do seu pensamento (Schroeder, 2007).

No próximo tópico, abordaremos a teoria que sustenta que a interação do sujeito com o ambiente escolar e as interações presentes nele potencializam sua habilidade de adquirir novos conceitos e aplicá-los tanto em contextos acadêmicos quanto não acadêmicos.

## **2.2 INTERAÇÕES ENTRE O APRENDIZADO E DESENVOLVIMENTO - LEV VYGOTSKY**

Para Vygotsky, a interação social é um veículo fundamental para haver uma aprendizagem significativa. A troca de conhecimentos faz com que o sujeito aprenda como usar, nomear e aprender. Essa troca acontece na infância, quando o sujeito está aprendendo o que, para nós, passa despercebido. Por exemplo, o uso correto de uma

colher, que para a criança é uma nova aprendizagem. “O aprendizado pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daqueles que as cercam” (Vygotsky, 1991, p. 99).

A teoria sociointeracionista une duas palavras: social + interacionista, o que remete ao fato de que a identidade humana é formada por meio das interações sociais, tornando o sujeito alguém que tanto influencia quanto é influenciado nas relações numa cultura específica. Vygotsky entendia que a aprendizagem não era uma mera aquisição de informações, não acontecia a partir de uma simples associação de ideias armazenadas na memória, mas era um processo interno, ativo e interpessoal (Neves, 2006).

Para Rego (1995), o desenvolvimento pleno do ser humano depende do aprendizado que realiza em um determinado grupo cultural, a partir da interação com outros sujeitos da sua espécie. Retificando assim a importância da interação social, isto é, a importância da comunicação e colaboração entre os sujeitos. Citamos alguns grupos culturais de uma criança: família, comunidade local, meio ambiente escolar, religião e atividades extracurriculares. E com isso, o aprendizado da criança se inicia muito antes de ela entrar no meio ambiente escolar. “O aprendizado escolar introduz elementos novos no seu desenvolvimento” (Rego, 1995, p. 72).

A partir das influências do meio cultural e da mediação social, destaca-se a importância da aprendizagem ativa como uma estratégia para potencializar o processo de construção do conhecimento. Diferente de abordagens tradicionais baseadas na memorização e repetição, a aprendizagem ativa coloca o estudante como protagonista do processo educacional, como será abordado adiante.

### **2.3 APRENDIZAGEM ATIVA E O PROCESSO DE APRENDIZAGEM**

Desenvolvida pelo professor de Física Eric Mazur, da Universidade de Harvard, no início da década de 1990, a Instrução por Pares (*Peer Instruction*) é uma metodologia que visa transformar o estudante de receptor passivo de informações em participante ativo na construção do conhecimento. Nesse método, os estudantes são incentivados a discutir conceitos entre si, promovendo uma compreensão mais profunda dos conteúdos abordados. Mazur observou que, ao explicar conceitos uns

aos outros, os estudantes identificam e corrigem equívocos, consolidando o aprendizado de maneira mais eficaz (Porvir, 2014).

A implementação da Instrução por Pares segue uma sequência estruturada:

1. **Pré-aula:** Os estudantes estudam o material previamente fornecido pelo professor, preparando-se para a discussão em sala.
2. **Questões conceituais:** Durante a aula, o professor apresenta perguntas que testam a compreensão dos conceitos-chave.
3. **Discussão em pares:** Os estudantes discutem as respostas entre si, compartilhando raciocínios e esclarecendo dúvidas.
4. **Revisão das respostas:** Após a discussão, os estudantes têm a oportunidade de revisar e, se necessário, alterar suas respostas iniciais.
5. **Feedback do professor:** O docente esclarece os pontos de maior dificuldade, reforçando o entendimento correto dos conceitos.

Essa metodologia tem demonstrado resultados positivos, especialmente em disciplinas de Ciências Exatas, onde a compreensão conceitual é fundamental.

Vygotsky pode não ter usado explicitamente o termo “aprendizagem ativa” em suas obras, mas suas ideias influenciaram a concepção e o desenvolvimento dessas abordagens pedagógicas. A aprendizagem ativa surge com a ideia de mudar o papel central no processo de ensino e aprendizagem, colocando o estudante como protagonista (Witt; Kemczinski, 2020). Assim, a aprendizagem ativa contrapõe as teorias tradicionais, que, como afirma Rego (1995), valorizam o trabalho individual, a atenção, a concentração, o esforço e a disciplina como garantias para a apreensão do conhecimento. As trocas de informações, os questionamentos, as dúvidas e a interação entre os estudantes são interpretadas como desrespeito, dispersão, bagunça, indisciplina e “conversas paralelas”.

Por muito tempo, as teorias tradicionais evidenciaram sua eficácia na aprendizagem, ou seja, aprendia-se passivamente. Porém, os estudantes estão preparados para assumir outros papéis além de “receptores do conhecimento”. É provável que a aprendizagem ativa ocorra quando os estudantes estão fazendo algo além de ouvir (Ryan; Martens, 1989).

Para Bonwell e Eison (1991), o uso do termo “aprendizagem ativa” pelos educadores se baseou mais na compreensão intuitiva do que em uma definição

comum. Logo, são as práticas e experiências em sala que tornam a capacidade de se entender a aprendizagem ativa.

Propõe-se que as estratégias que promovem a aprendizagem ativa sejam definidas como atividades instrutivas que envolvem os estudantes em fazer e pensar sobre o que estão fazendo. O uso dessas técnicas na sala de aula é vital por causa do seu poderoso impacto na aprendizagem dos estudantes (Bonwell; Eison, 1991, p. 5).

Vygotsky nos mostrou que a criança aprende de forma ativa, com um interesse em se envolver com a aprendizagem, nos mostrando que toda aprendizagem é ativa. A aprendizagem exige do aprendiz e do docente formas diferentes de movimentação interna e externa, de motivação, seleção, interpretação, comparação, avaliação e aplicação (Bacich; Morán, 2018).

O professor, no processo de aprendizagem ativa, tem o papel de mediador na dinâmica das interações interpessoais e na interação das crianças com os objetos de conhecimento.

O professor deixa de ser visto como agente exclusivo de informação e formação dos estudantes, uma vez que as interações estabelecidas entre as crianças também têm um papel fundamental na promoção de avanços no desenvolvimento individual (Rego, 1995, p. 115).

Assim, a aprendizagem ativa, conforme apontam Barbosa e Moura (2014), ocorre no momento em que o estudante interage com o assunto em estudo, seja ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo ou ensinando. O professor tem o papel de mediador, facilitador, supervisor e orientador no processo educacional. Sendo assim, a aprendizagem ativa é obtida por meio do uso de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, como será tratado no próximo tópico.

## **2.4 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)**

A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma abordagem pedagógica que coloca o estudante no centro do processo de aprendizagem, desafiando-o a resolver problemas contextualizados e complexos. Originada na década de 1960 na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, a ABP busca desenvolver não apenas conhecimentos teóricos, mas também habilidades práticas e

atitudinais. Nesse método, os estudantes trabalham em pequenos grupos, analisando problemas propostos pelo professor, estimulando a pesquisa autônoma, o pensamento crítico e a aplicação prática do conhecimento (Santos, 1994).

A estrutura típica da ABP envolve:

1. **Apresentação do problema:** Os estudantes recebem um problema que não possuem conhecimento prévio suficiente para resolver completamente;
2. **Identificação do que se sabe e do que se precisa saber:** Em grupo, os estudantes discutem o que já conhecem sobre o problema e definem os pontos que necessitam ser pesquisados;
3. **Pesquisa autônoma:** Cada estudante busca informações relevantes, utilizando diversas fontes, para contribuir com a resolução do problema.
4. **Compartilhamento e integração do conhecimento:** O grupo se reúne novamente para compartilhar descobertas, discutir soluções e construir coletivamente o conhecimento necessário;
5. **Aplicação da solução:** Os estudantes aplicam o conhecimento adquirido para resolver o problema inicial, refletindo sobre o processo e os resultados obtidos.

A ABP tem se mostrado eficaz em diversas áreas do conhecimento, promovendo um aprendizado mais profundo e significativo, além de desenvolver habilidades essenciais para a vida profissional, como trabalho em equipe, comunicação e resolução de problemas.

A integração desse modo de conceber a aprendizagem no ambiente educacional brasileiro, especialmente no Ensino Médio, pode contribuir significativamente para a formação de estudantes mais críticos, autônomos e preparados para os desafios contemporâneos.

#### **2.4.1 METODOLOGIAS ATIVAS**

Os desafios da educação contemporânea exigem uma reflexão sobre como ensinar. Há uma necessidade de preparar os estudantes para um mundo em constante mudança, tornando necessária uma revisão de concepção de

aprendizagem e conseqüentemente das metodologias. Neste contexto, as metodologias ativas emergem como uma resposta inovadora, desafiando paradigmas estabelecidos e promovendo uma abordagem centrada no estudante. A seguir, apresentaremos uma visão abrangente sobre as metodologias ativas. Iniciaremos com as palavras de Morán (2018), que afirmam que as metodologias ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida.

Berbel (2012) apresenta que as metodologias ativas permitem aprender por meio de experiências, desafios e práticas que ocorrem em diversas atividades realizadas nas disciplinas. A visão de Bastos (2006) nos diz serem processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, para encontrar soluções para um problema. Todo esse protagonismo do estudante resulta em cidadãos mais preparados para o futuro, após o ambiente escolar, como afirma Morán (2015):

As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se queremos que os estudantes sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os estudantes se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes (Morán, 2015, p. 17).

Essa autonomia do estudante torna-se uma preparação para a vida adulta e para o mercado de trabalho. Como afirma Amorim (2023), dificilmente os estudantes terão uma profissão em que irão trabalhar sozinhos. A profissão exige colaboração, trabalho em equipe, comunicação e, para tudo isso, a metodologia ativa cria momentos oportunos para o desenvolvimento dessas habilidades com os estudantes.

O protagonismo do estudante precisa ser orientado por professores que, embasados nos princípios do construtivismo, aceitam que não são mais o centro do ensino e da aprendizagem. O professor deve entender que a criança e o adolescente aprendem na interação com os outros, podendo ser o próprio professor ou seus colegas de classe (Leão, 1999).

Nas metodologias ativas, o papel do professor é visto como facilitador, planejador e mediador do processo de ensino e aprendizagem. O articulador das etapas individuais e grupais é a equipe docente (professor/tutor), que pode acompanhar, mediar, analisar os processos, resultados, lacunas e necessidades, a

partir dos percursos realizados pelos estudantes, de forma individual e/ou grupal (Morán, 2015).

Em 1968, Paulo Freire, no livro *Pedagogia do Oprimido*, já criticava o que ele chamava de 'educação bancária': "um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador, o depositante". Como afirma Freire (2018), neste cenário, os estudantes estão apenas recebendo passivamente os conteúdos em sala. Frente a esse cenário, o patrono da educação brasileira defendia a educação libertadora ou problematizadora, em que há uma troca mútua de conhecimentos e o estudante participa ativamente do processo de ensino e aprendizagem.

O corpo docente segue a metodologia adotada pela escola, que, ao adotar as metodologias ativas, demonstra um compromisso em propiciar uma educação mais relevante e adaptada às necessidades evolutivas. Temos, portanto, modelos educacionais inovadores, como afirma Morán (2015, p. 19):

As escolas que nos mostram novos caminhos estão mudando o modelo disciplinar por modelos mais centrados em aprender ativamente com problemas, desafios relevantes, jogos, atividades e leituras, combinando tempos individuais e tempos coletivos. Isso exige uma mudança de configuração do currículo, da participação dos professores, da organização das atividades didáticas, espaços e tempos.

É claro que existem dificuldades na implementação das metodologias ativas em algumas escolas, especialmente nas escolas públicas, onde a realidade é mais desafiadora. As metodologias ativas estão intrinsecamente conectadas à tecnologia, o que pode representar um obstáculo em escolas que não possuem acesso de boa qualidade à internet, sala de informática ou estudantes que não têm acesso ao celular com internet móvel. Entretanto, é necessário fazer um esforço para tentar superar algumas dessas dificuldades, começando por exemplificar alguns trabalhos com resultados excelentes que nos impulsionam a avançar e a fazer mais pela educação.

No estudo de Piedade *et al.* (2018), intitulado "Perspectivas inovadoras no processo ensino-aprendizagem em química no Instituto de Educação do Amazonas - IEA, na cidade de Manaus - AM", a integração das metodologias ativas e tecnologias resultou em um aumento de 20% nas avaliações após o uso de simulador digital no ensino de química. Pode-se observar o envolvimento dos estudantes na criação de vídeos e o protagonismo dos discentes na construção de mapas conceituais, conforme adotado na metodologia.

As metodologias ativas demonstram eficácia em diversas áreas do conhecimento, como evidenciado pelo artigo “A regência no ensino de geografia a partir do uso de metodologias ativas em uma escola pública de Manaus” (Farias; Carvalho, 2023). Este estudo integrou a gamificação, exposição de filmes, mapas conceituais e aprendizado prático, demonstrando que as metodologias ativas podem ser implementadas com sucesso, proporcionando resultados significativos mesmo em ambientes onde o acesso à internet não é plenamente disponível.

As metodologias ativas não têm um local específico de origem, sendo desenvolvidas ao longo do tempo. Um exemplo disso é a experiência realizada no Jefferson Medical College (JMC), na Pensilvânia, EUA. Nessa experiência, estratégias de discussão de estudos de caso foram empregadas nas turmas. Para avaliar o impacto dessa mudança curricular, os resultados obtidos no National Board of Medical Examiners (NBME) foram comparados com os resultados médios nacionais dos estudantes. Isso demonstrou que as metodologias ativas podem resultar em benefícios diretos para o aprendizado dos estudantes (Nalesnik, 2004).

Partindo dos pressupostos acima, concluímos que as metodologias ativas são ferramentas e estratégias que colocam em prática o conceito de aprendizagem ativa. Para as autoras Santos e Castaman (2022), há uma diversidade de métodos nas metodologias ativas. O site Desafios da Educação (2021), mantido pelo Grupo A Educação, elenca as mais conhecidas: aprendizagem baseada em problemas (Problem Based Learning), aprendizagem baseada em projetos (Project Based Learning), gamificação, sala de aula invertida, instrução por pares (Peer Instruction), Cultura Maker, estudo do meio e storytelling.

Neste contexto, trabalharemos com a estratégia *Peer Instruction*, ou Instrução por Colegas (IpC), que se baseia no princípio de que os estudantes podem se ensinar mutuamente, promovendo maior engajamento e compreensão do conteúdo.

#### **2.4.1.1 APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO DA TERMODINÂMICA**

Ao aplicar metodologias de aprendizagem ativa no ensino de conceitos complexos, como os relacionados à termodinâmica, busca-se superar a abordagem tradicional, que muitas vezes privilegia a memorização em detrimento da compreensão conceitual. A termodinâmica, por sua natureza abstrata e com forte

base matemática, representa um desafio significativo para estudantes do Ensino Médio. Métodos ativos, como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e a Instrução por Pares, promovem uma maior interação entre os estudantes e com o conteúdo, favorecendo a construção de significados mais profundos (Moran; Bacich; Bento, 2020).

A implementação de atividades interativas, como o uso do *Plickers* e do *Padlet*, reforça os princípios da aprendizagem ativa ao permitir que os estudantes participem de maneira mais engajada, recebendo feedback em tempo real e produzindo materiais que sintetizam seu entendimento. Segundo Bacich e Moran (2018), as tecnologias digitais, quando integradas de forma pedagógica, potencializam a aprendizagem significativa ao criar ambientes de investigação, colaboração e reflexão crítica.

#### **2.4.1.2 A IMPORTÂNCIA DO FEEDBACK NA APRENDIZAGEM ATIVA**

Um dos fatores que diferencia a aprendizagem ativa das abordagens tradicionais é o *feedback* imediato, que desempenha um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem. Ao utilizar ferramentas interativas, como o *Plickers*, os estudantes recebem respostas em tempo real sobre seu desempenho, permitindo a correção de equívocos e a reafirmação de conceitos já compreendidos. Segundo Hattie e Timperley (2007), o feedback eficaz deve ser claro, específico e oferecer orientações para a melhoria, características que as tecnologias educacionais atuais podem proporcionar de maneira dinâmica.

Além disso, o feedback em tempo real reduz a ansiedade dos estudantes em relação ao erro, transformando-o em parte do processo de aprendizagem. Para Nicol e Macfarlane-Dick (2006), o feedback formativo aumenta a autorregulação da aprendizagem, pois incentiva os estudantes a monitorarem e ajustarem suas estratégias cognitivas.

### **2.4.1.3 MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTA DE ESTRUTURAÇÃO DO CONHECIMENTO**

Os mapas conceituais, introduzidos por Joseph Novak e inspirados na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, são ferramentas valiosas para organizar e representar visualmente o conhecimento. Segundo Novak e Cañas (2008), os mapas conceituais auxiliam os estudantes a integrar novos conhecimentos em suas estruturas cognitivas preexistentes, facilitando a retenção e a compreensão conceitual de maneira hierárquica e relacional.

Ao utilizar o *Padlet* para a construção de mapas conceituais digitais, os estudantes não apenas organizam suas ideias, mas também compartilham suas produções em um ambiente colaborativo, favorecendo a aprendizagem entre pares. Essa prática reforça a teoria de Vygotsky (2007) sobre a importância da interação social no desenvolvimento cognitivo, em que o aprendizado ocorre por meio da mediação e da troca de conhecimentos.

### **2.4.1.4 A RELAÇÃO ENTRE A APRENDIZAGEM ATIVA E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS**

A aprendizagem ativa, ao promover a experimentação, a colaboração e a reflexão, está diretamente relacionada ao desenvolvimento de conceitos científicos sólidos. De acordo com Chassot (2004), ensinar Ciências vai além de transmitir informações; trata-se de formar sujeitos capazes de compreender criticamente o mundo ao seu redor. Nesse sentido, as estratégias de aprendizagem ativa possibilitam a conexão entre os conceitos teóricos e suas aplicações no cotidiano, ampliando a relevância do conhecimento científico para os estudantes.

Além disso, a aprendizagem baseada em atividades práticas e reflexivas está em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que destaca a importância do desenvolvimento de competências como o pensamento científico, crítico e criativo (Brasil, 2018). Ao experimentar, questionar e solucionar problemas, os estudantes assumem o protagonismo no processo educativo,

consolidando não apenas conhecimentos específicos, mas também habilidades essenciais para a formação cidadã.

#### **2.4.1.5 PEER INSTRUCTION**

Um método que nasceu em 1990, pensado e estudado pelo professor Eric Mazur, da Harvard University, onde leciona Física Aplicada. A partir da leitura de uma série de artigos de Halloun e Hestenes, que demonstravam que o ensino tradicional faz pouco para mudar crenças baseadas no 'senso comum', Mazur acreditava que seus estudantes não enfrentavam esse problema. Para confirmar sua hipótese, decidiu testar a compreensão conceitual dos estudantes de graduação em Física em Harvard.

Os objetivos básicos da Peer Instruction são: explorar a interação entre os estudantes durante as aulas expositivas e focar a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento. Em vez de dar a aula com o nível de detalhamento apresentado no livro ou nas rotas de aula, as aulas consistem em uma série de apresentações curtas sobre os pontos-chave (Mazur, 2015, p.19).

Ao aplicar os testes, Mazur obteve resultados inesperados: os estudantes se saíram significativamente melhor em testes convencionais (com problemas numéricos e algébricos) do que em testes conceituais. As questões selecionadas para compor os testes apresentavam duas características: questões qualitativas simples e problemas quantitativos mais complexos sobre o mesmo conceito físico.

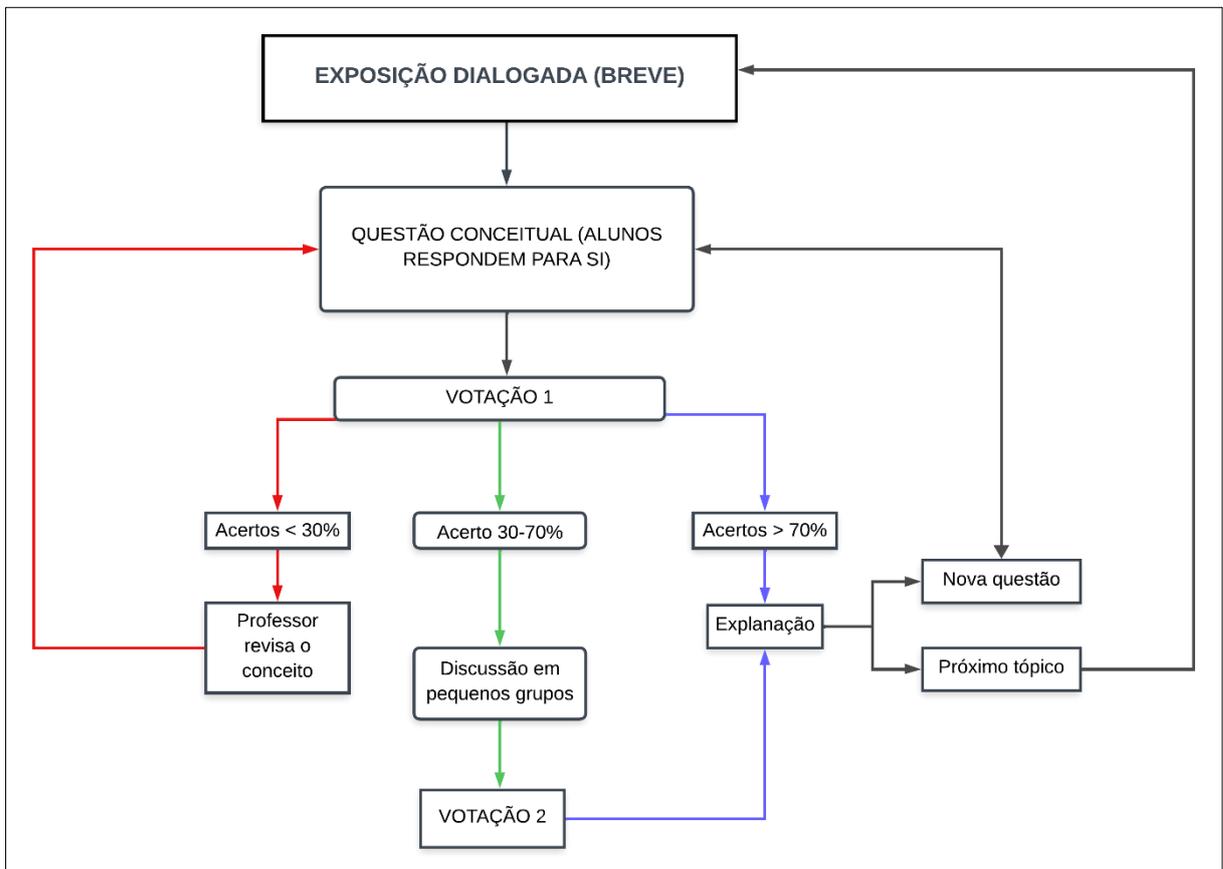
Diante desses resultados, Mazur propôs um método para modificar esse cenário. As aulas expositivas do professor continuam sendo fundamentais, porém, com a aplicação do método, a dinâmica se inverte. Antes de ir para a sala de aula, o estudante deve realizar as leituras enviadas previamente pelo professor, garantindo que esteja familiarizado com o conteúdo que será abordado.

Para a Peer Instruction ser bem-sucedida, é necessário que o livro e as aulas expositivas desempenhem papéis diferentes dos que costumam exercer em uma disciplina convencional. Primeiro, as tarefas de leitura do livro, realizadas antes das aulas, introduzem o material. A seguir, as aulas expositivas elaboram o que foi lido, esclarecem as dificuldades potenciais, aprofundam a compreensão, criam confiança e fornecem exemplos adicionais. Finalmente, o livro serve de referência e guia de estudo (Mazur, 2015. p. 19).

Mais especificamente, após uma breve exposição oral (aproximadamente 15 minutos), o professor apresenta aos estudantes uma questão conceitual, geralmente de múltipla escolha, para promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos mais importantes (Araújo; Mazur, 2013).

A etapa dos testes conceituais pode ser melhor descrita por meio do diagrama evidenciado na Figura 3:

**Figura 3:** Representação adaptada do processo de implementação da estratégia



Fonte: Representação adaptada (Araújo; Mazur, 2013, p. 370).

A partir do resultado da questão conceitual, para Lima e Santos (2016), a IpC é uma metodologia ativa que auxilia os professores a quantificar, em tempo real, a compreensão e o conhecimento dos tópicos ministrados em sala de aula. Esse resultado pode ser obtido por meio de ferramentas tecnológicas que auxiliam o método IpC, como Clickers, Plickers, entre outros.

Com base nos resultados, mas ainda sem indicar a resposta correta aos estudantes, o professor decide entre:

- Explicar a questão, reiniciar o processo de exposição dialogada e apresentar uma nova questão conceitual sobre um novo tópico. Essa opção é aconselhada se mais de 70% dos estudantes votarem na resposta correta;
- Agrupar os estudantes em pequenos grupos (2-5 pessoas), preferencialmente aqueles que tenham escolhido respostas diferentes, solicitando que tentem convencer-se mutuamente usando mutuamente as justificativas pensadas ao responderem individualmente. Após alguns minutos, o professor abre novamente o processo de votação e explica a questão. Se julgar necessário, pode apresentar novas questões sobre o mesmo tópico ou passar diretamente para a exposição do próximo tema, reiniciando o processo. Essa opção é aconselhada se o percentual de acertos obtidos na primeira votação estiver entre 30% e 70%.
- Revisitar o conceito explicado por meio de uma nova exposição dialogada, buscando apresentar a explicação de forma mais clara. Essa é a opção indicada se menos de 30% das respostas estiverem corretas.

Não há dúvidas de que a IpC é uma das mais importantes metodologias ativas de ensino-aprendizagem para estimular estudantes e obter feedback em tempo real, com grande precisão, acerca do aprendizado sobre um determinado tópico exposto durante uma aula (Lima; Santos, 2016).

Dessa forma, escolhemos esse método para alcançar o objetivo geral desta pesquisa e contribuir significativamente para o ensino e a aprendizagem dos estudantes.

## **2.5 NOVO ENSINO MÉDIO E A FÍSICA**

A proposta do Novo Ensino Médio é resultado de décadas de planejamento e debates entre diversos setores da sociedade. Seus princípios educacionais estão respaldados por fundamentos legais e normativos, ancorados na legislação e em documentos de grande importância para a educação brasileira.

O NEM parte da premissa de que a educação em geral e a escola em particular precisam ser pensadas e organizadas para e com os estudantes. A intenção é promover a autonomia, a responsabilidade, a participação e a atuação dos jovens como agentes do seu próprio destino e transformação positivas no mundo (Penido, 2021, p. 6).

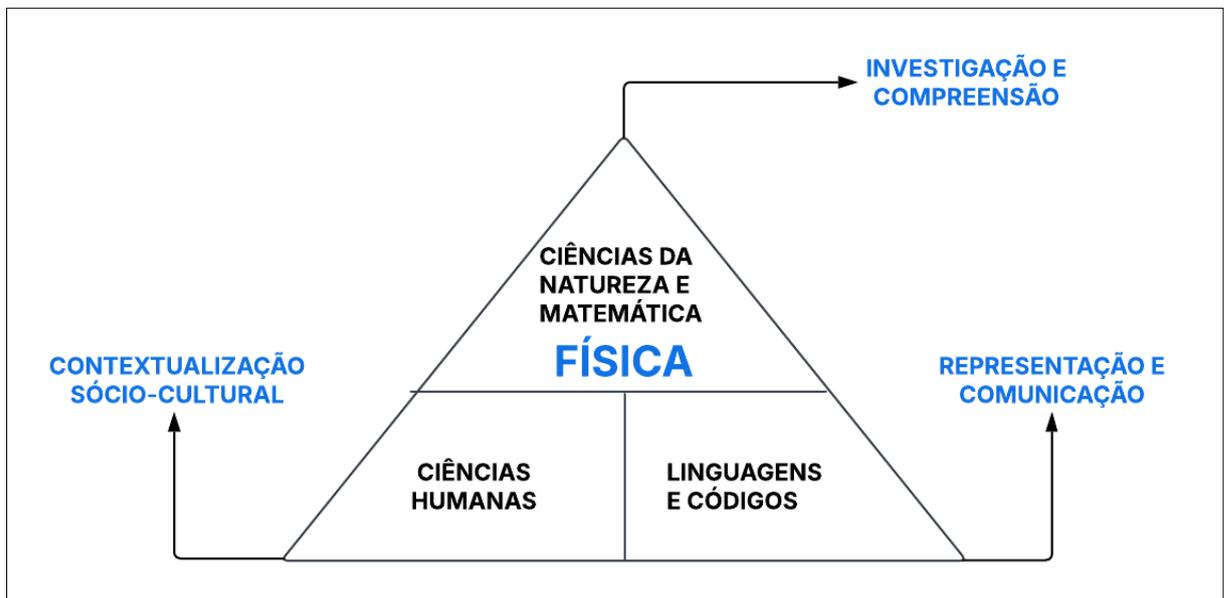
Pensando na formação integral do estudante e considerando suas dimensões intelectual, física, cultural, social e emocional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) define 10 competências gerais que devem ser desenvolvidas ao longo de toda a trajetória escolar, visando aprimorar a capacidade dos estudantes de:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade (fatos, informações, fenômenos e processos linguísticos, culturais, sociais, econômicos, científicos, tecnológicos e naturais), colaborando para a construção de uma sociedade solidária;
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas;
3. Desenvolver o senso estético para reconhecer, valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também para participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural;
4. Utilizar conhecimentos das linguagens verbal (oral e escrita) e/ou verbo-visual (como Libras), corporal, multimodal, artística, matemática, científica, tecnológica e digital para expressar-se e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e, com eles, produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo;
5. Utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas do cotidiano (incluindo as escolares) ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas;
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao seu projeto de vida pessoal, profissional e social, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade;
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos e a consciência socioambiental em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta;
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas e com a pressão do grupo;
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de origem, etnia, gênero, orientação sexual, idade, habilidade/necessidade, convicção religiosa ou de qualquer outra natureza, reconhecendo-se como parte de uma coletividade com a qual deve se comprometer.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões, com base nos conhecimentos construídos na escola, segundo princípios éticos democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários (Brasil, 2018, p. 18, grifo nosso).

A BNCC é um documento de caráter normativo que estabelece um conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo das etapas da educação básica (Brasil, 2018). Ela organiza as áreas do conhecimento da seguinte forma: Linguagens e suas Tecnologias (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa); Matemática; Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química); e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (História, Geografia, Sociologia e Filosofia).

Na área de Ciências da Natureza, os conhecimentos conceituais são sistematizados por leis, teorias e modelos. A BNCC destaca a importância da exploração da habilidade de pensar cientificamente, além de aplicar o conhecimento de forma prática no cotidiano. Kawamura e Hosoume (2003) discutem a contribuição da Física para o Novo Ensino Médio, representada na Figura 4, que ilustra a Física como o centro das Ciências da Natureza, sendo vista não apenas como uma ferramenta capaz de solucionar problemas, mas também como uma abertura para uma nova visão de mundo (Brasil, 2018, p. 547).

**Figura 4:** Integração da Física nas diversas áreas do conhecimento



Fonte: Representação adaptada (Coelho, 2014, p. 2).

Podemos enumerar alguns exemplos de habilidades e competências relacionadas à investigação e à compreensão em Física:

- Conhecer e utilizar conceitos físicos;
- Compreender e aplicar leis e teorias físicas;

- Articular o conhecimento físico com o de outras áreas do saber científico;
- Desenvolver a capacidade de investigação física: observar, classificar, organizar e sistematizar.

Algumas dessas habilidades e competências podem ser potencializadas com a utilização de estratégias que incentivem os estudantes a assumirem um papel central na aprendizagem. McTighe e Willis (2019) afirmam que a escola precisa oferecer apoio ao estudante em sua formação integral:

Aderindo a autonomizados estudantes em um ambiente de liberdade, sob a orientação e mediação do professor, é preciso fazer com a prática corresponda a estas ações. Portanto, se faz necessário ser congruente com um compromisso ético em sua postura. A competência do professor hoje está intimamente ligada à coerência entre o que se diz e o que se faz, o respeito às diferenças, formando seres autônomos e livres e buscar sua formação permanente (Andrade; Felipe; Medeiros, 2023, p.85).

Esta é uma utopia para o novo, que exige competências e habilidades para o mercado de trabalho e o ambiente acadêmico. Deve-se priorizar a escuta e a conexão entre discentes, docentes e toda a comunidade escolar.

### **2.5.1 PEER INSTRUCTION DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA APRENDIZAGEM ATIVA NO ENSINO MÉDIO**

A metodologia Peer Instruction, proposta por Eric Mazur na década de 1990, representa uma inovação significativa no campo da aprendizagem ativa, especialmente no Ensino Médio, onde a transmissão de conhecimento ainda ocorre, na maioria, por meio de métodos tradicionais. Baseada na interação entre pares, essa estratégia estimula os estudantes a discutirem conceitos entre si, após refletirem individualmente sobre questões conceituais — os chamados ConcepTests — favorecendo, assim, a construção coletiva do conhecimento (Mazur, 1997).

Ao ser implementada no Ensino Médio, a Peer Instruction apresenta desafios consideráveis, entre os quais destacamos a resistência cultural ao abandono do modelo expositivo, a dificuldade de adaptação dos estudantes a um papel mais ativo e a necessidade de formação específica para os professores conduzirem o processo com segurança e intencionalidade (Mestre, 1995; Morais, 2015).

Apesar dos benefícios evidentes, reconhecemos que a adoção de metodologias ativas no Ensino Médio ainda enfrenta obstáculos significativos. A falta de formação docente adequada, a limitação de recursos tecnológicos em algumas instituições e a resistência a mudanças estruturais no modelo tradicional são barreiras que precisam ser enfrentadas com políticas formativas e práticas inovadoras (Moran; Bacich; Bento, 2020). No entanto, os resultados obtidos em pesquisas sobre aprendizagem ativa demonstram que investir em abordagens participativas é um caminho promissor para elevar tanto o desempenho acadêmico quanto o engajamento dos estudantes. Como aponta Freire (1996), a educação deve ser um ato libertador, no qual os aprendizes se tornem sujeitos críticos e autônomos de sua própria trajetória formativa.

Outro desafio recorrente é a gestão do tempo e da dinâmica em sala de aula. A discussão entre pares exige um planejamento cuidadoso das atividades, para o tempo disponível ser aproveitado de maneira produtiva e significativa (Crouch; Mazur, 2001). Além disso, a avaliação da aprendizagem em contextos de metodologias ativas ainda carece de instrumentos capazes de reconhecer e valorizar competências desenvolvidas nesse processo, como a argumentação, a colaboração e a escuta ativa (Freeman *et al.*, 2014).

Nesse cenário, integrar tecnologias educacionais como o Plickers e o Padlet às estratégias de aprendizagem ativa representa não apenas uma inovação metodológica, mas também uma resposta às demandas contemporâneas por uma educação mais conectada com as realidades dos estudantes. As possibilidades trazidas pela Peer Instruction são, nesse sentido, promissoras. Pesquisas demonstram que estudantes envolvidos em práticas de aprendizagem ativa tendem a desenvolver uma compreensão conceitual mais profunda, bem como habilidades socioemocionais, como a comunicação e o pensamento crítico (Deslauriers *et al.*, 2011).

No Ensino Médio, em particular, compreendemos que a Peer Instruction pode contribuir significativamente para o aumento do engajamento dos estudantes e para a resignificação de sua relação com o conhecimento científico, favorecendo a autonomia, a autoria intelectual e a aprendizagem significativa (Bonwell; Eison, 1991).

Portanto, embora reconheçamos as barreiras existentes para a implementação da Peer Instruction no Ensino Médio, entendemos que os benefícios para o desenvolvimento integral dos estudantes justificam os esforços. Investir na formação

docente, na adaptação curricular e na criação de ambientes de aprendizagem mais interativos e participativos são estratégias essenciais para superar os desafios e potencializar as possibilidades dessa aprendizagem ativa.

### 3 UM BREVE ESTUDO SOBRE TERMODINÂMICA

Um dos principais ramos da física e da engenharia é a termodinâmica, o estudo da energia térmica (também conhecida como energia interna) dos sistemas. Um dos conceitos centrais da termodinâmica é o de temperatura (Halliday; Resnick; Walker, 2018). Desde a infância, a termodinâmica desempenha um papel fundamental em nossas vidas. Mesmo sem conhecermos os conceitos científicos, ela está intrinsecamente ligada aos fenômenos do dia a dia. A termodinâmica se manifesta em aspectos como a alimentação, as experiências sensoriais, a relação com o ambiente e muitas outras situações. Essas aplicações não são aprendidas apenas na escola, mas também por meio das interações com o mundo e das experiências cotidianas, que despertam a curiosidade e geram questionamentos.

Ao chegar à sala de aula, os estudantes frequentemente compartilham essas dúvidas com os professores de ciências, que têm a oportunidade de esclarecer e fornecer o embasamento necessário para aprofundar a compreensão desses fenômenos. Dessa forma, os professores ajudam os estudantes a reconhecerem como suas vivências cotidianas demonstram a importância da termodinâmica, consolidando-a como uma área essencial da física.

Na tabela a seguir, apresentaremos os resultados de uma pesquisa na Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) sobre o embasamento necessário para que os estudantes consolidem, desde o ensino fundamental, os conceitos científicos sobre termodinâmica.

**Tabela 1 – Conceitos térmicos na BNCC**

Ano	Unidades temáticas	Objetos de conhecimento	Habilidade
2° ano	Terra e universo	O Sol como fonte de luz e calor	(EF02CI08) Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície, como água, areia, solo, superfícies escuras, claras e metálicas, entre outras.
4° ano	Matéria e energia	Transformações reversíveis e não reversíveis	(EF04CI03) Concluir que algumas mudanças causadas por aquecimento ou resfriamento são reversíveis, como as mudanças de estado físico da água, e outras não, como o cozimento do ovo ou a queima do papel, entre outras.

5° ano	Matéria e energia	Propriedades físicas dos materiais	(EF05CI01) Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem as propriedades físicas dos materiais, como densidade, condutividade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, e reações a forças mecânicas (como dureza, elasticidade etc.), entre outras.
7° ano	Matéria e energia	Máquinas simples Formas de propagação do calor Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra História dos combustíveis e das máquinas térmicas	<p>(EF07CI01) Discutir a aplicação das máquinas simples ao longo da história e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.</p> <p>(EF07CI02) Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.</p> <p>(EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (como garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.</p> <p>(EF07CI04) Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.</p> <p>(EF07CI05) Discutir o uso de diferentes tipos de combustíveis e máquinas térmicas ao longo do tempo, a fim de avaliar os avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.</p>

			(EF07CI06) Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).
--	--	--	---

Fonte: Autoria própria (2024).

Todos esses estudos sobre os conceitos iniciais de termodinâmica são essenciais para o estudante perceber que a física está presente no dia a dia. Estruturamos a pesquisa em unidades temáticas e habilidades, sabendo que, segundo Brasil (2018), as unidades temáticas estão estruturadas em um conjunto de habilidades cuja complexidade cresce progressivamente ao longo dos anos. Essas habilidades mobilizam conhecimentos conceituais, linguagens e alguns dos processos, práticas e procedimentos de investigação envolvidos na dinâmica da construção de conhecimentos na ciência.

No Ensino Médio, os estudantes retomam conteúdos estudados no Ensino Fundamental de forma mais aprofundada. De acordo com Villas Bôas (2012), esses conteúdos são organizados em tópicos, permitindo que os estudantes avancem em seus estudos de maneira progressiva e sistemática. Essa abordagem visa consolidar os conceitos básicos e desenvolver competências mais complexas, alinhadas às exigências desse nível de ensino.

**Tabela 2** – Estrutura dos conteúdos

<p><b>Termologia:</b> temperatura, calor e sua propagação; calor sensível e latente; gases perfeitos; termodinâmica; e dilatação térmica dos sólidos e dos líquidos.</p>
--

Fonte: Villas Bôas (2012).

Além dos conceitos fundamentais da termodinâmica, é importante considerar as concepções alternativas que os estudantes podem apresentar sobre o tema. Muitos estudantes constroem interpretações próprias baseadas em experiências cotidianas, que nem sempre estão consoantes ao conhecimento científico. Segundo pesquisas

em ensino de física, essas concepções podem influenciar significativamente o aprendizado, tornando necessário identificá-las e abordá-las de maneira didática. Segundo Pietrocola (2001, p. 271):

Segundo uma perspectiva educacional abrangente, o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o estudante a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar, de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido (...).

Estratégias como experimentação, discussões guiadas e analogias podem auxiliar na superação dessas dificuldades, permitindo que os estudantes desenvolvam uma compreensão mais precisa e coerente dos princípios termodinâmicos.

### **3.1 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS**

A termodinâmica é um dos pilares da física e desempenha um papel fundamental na compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos. No entanto, o ensino desse tema apresenta desafios significativos devido às concepções alternativas que os estudantes trazem consigo. Essas concepções, frequentemente baseadas em experiências cotidianas e interpretações intuitivas, podem dificultar a aprendizagem e a construção de um conhecimento mais aprofundado e cientificamente embasado. Segundo a pesquisa de Pietrocola (2001), a aprendizagem da termodinâmica é fortemente influenciada pela maneira como os conceitos são apresentados no ensino médio e superior. O autor destaca que muitos estudantes concebem erroneamente o calor como uma substância material e interpretam a temperatura como uma medida direta da quantidade de calor contida em um corpo. Essas visões reducionistas são decorrentes da forte influência da percepção sensorial e do uso inadequado de analogias, como a metáfora do calor como um 'fluido' que pode ser transferido entre os corpos.

Pietrocola (2001) também enfatiza a necessidade de um ensino que promova a reconstrução conceitual dos estudantes, utilizando estratégias didáticas que favoreçam o confronto entre suas concepções alternativas e o modelo científico. Métodos como a abordagem histórico-filosófica da ciência e a utilização de experimentação são apontados como eficazes para promover uma compreensão mais

precisa da termodinâmica. A inserção de discussões epistemológicas permite que os estudantes compreendam a construção dos conceitos científicos ao longo da história, favorecendo uma visão mais crítica e aprofundada.

Além disso, estudos indicam que a interseção entre a Física e outras disciplinas, como a Química e a Biologia, pode contribuir significativamente para a ressignificação dos conceitos termodinâmicos. Pietrocola (2001) argumenta que uma abordagem interdisciplinar favorece a aprendizagem significativa ao contextualizar os fenômenos em diferentes campos do conhecimento, tornando-os mais próximos da realidade vivida pelos estudantes. Compreendemos que essa estratégia auxilia na superação de concepções fragmentadas, ao integrar saberes e promover conexões mais amplas entre os conteúdos escolares. Além disso, reforça a aplicabilidade dos princípios termodinâmicos em diversas situações do cotidiano e da prática científica, tornando o conhecimento mais funcional, compreensível e relevante para os aprendizes.

A partir do senso comum e das interações com os fenômenos do dia a dia, os estudantes chegam à sala de aula carregando seus pré-conceitos, especialmente sobre temas que, para eles, parecem simples, como calor e temperatura. Esses conceitos estão profundamente inseridos em seu cotidiano, moldados por experiências práticas e observações informais, influenciando sua compreensão inicial sobre os assuntos. Para Kohnlein e Peduzzi (2002), esses pré-conceitos ou concepções continuam sendo uma das principais causas das dificuldades apresentadas pelos estudantes na aquisição do conhecimento científico.

Segundo Mortimer (2002), o processo de aprendizagem do estudante ocorre a partir do que ele já sabe, tornando essencial compreender as ideias prévias que ele traz para a sala de aula. O professor não deve ignorar esse conhecimento inicial; ao contrário, deve escutá-lo atentamente e questioná-lo, promovendo a reflexão sobre a definição apresentada pelo estudante. Ao expor suas ideias, o estudante tem a oportunidade de ouvir a si mesmo e se perguntar: "Será que o que estou dizendo está correto? Não poderia ser de outra forma?". Esse processo estimula um ambiente colaborativo, no qual os estudantes complementam as respostas uns dos outros ou deixam que o professor esclareça os pontos em aberto. Dessa forma, a construção do conhecimento ocorre coletivamente, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e integrada.

## **4 QUESTÃO DE PESQUISA E PERCURSO METODOLÓGICO**

### **4.1 PROBLEMA DA PESQUISA**

Como a aprendizagem ativa pode contribuir para a formação de conceitos científicos em termodinâmica no processo de ensino-aprendizagem em uma escola de ensino médio em Manaus?

### **4.2 OBJETIVOS**

#### **4.2.1 OBJETIVO GERAL**

Implementar um processo de ensino-aprendizagem ativa em sua relação com a formação de conceitos científicos e as estratégias que facilitem a cognição e a interatividade.

#### **4.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre termodinâmica;
- Caracterizar o processo de ensino-aprendizagem de Física no Novo Ensino Médio (NEM), incluindo os fatores que integram o RCA e a BNCC;
- Implementar a relação teórico-prática entre aprendizagem ativa e a formação de conceitos científicos, com o objetivo de estabelecer um modelo didático;
- Identificar os indicadores que demonstram a relação entre um processo de ensino-aprendizagem ativo e a formação dos conceitos de termodinâmica, a partir da implementação do objeto de estudo.

### 4.2.3 QUESTÕES NORTEADORAS

- Como analisar a formação de conceitos científicos, levando em conta o desenvolvimento cognitivo do sujeito?
- A utilização da estratégia peer instruction promove a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem?
- É possível avaliar o impacto da aprendizagem ativa na compreensão dos conceitos científicos pelos estudantes, por meio da aplicação de mapas conceituais?

### 4.3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo, apresentamos o cerne desta pesquisa, pois ele norteará o conjunto de etapas que seguimos, bem como esse procedimento pode ser classificado. Na abordagem metodológica, iniciamos com a descrição dos aspectos gerais da pesquisa, incluindo seu tipo e seu caráter metodológico. Em seguida, na abordagem didática, detalhamos como a investigação foi desenvolvida, sua aplicação e o funcionamento do suporte utilizado.

Nossa pesquisa é de natureza qualitativa, uma vez que estabelece uma relação entre o método científico e as ferramentas adotadas para observar e analisar os resultados de um estudo de caso. Esse estudo é referenciado em aspectos que envolvem a ativação do processo de ensino-aprendizagem, considerando a fase cognitiva dos estudantes em formação e os conceitos científicos relacionados ao tema da termodinâmica.

Além de buscar compreender se a aprendizagem ativa facilita ou contribui para a formação de conceitos científicos, o estudo corrobora as palavras de Prodanov e Freitas (2013, p. 114), ao afirmarem que:

Nas pesquisas qualitativas, o pesquisador faz uma abstração, além dos dados obtidos, buscando possíveis explicações (implícitas nos discursos ou documentos), para estabelecer configurações e fluxos de causa e efeito. Isso irá exigir constante retomada às anotações de campo e à literatura.

A abordagem da pesquisa qualitativa adotada é de caráter exploratório e participativo, com ênfase na observação como método científico. Conforme destacado por Jaccoud e Mayer (2008), essa abordagem envolve a atuação de um pesquisador que observa pessoalmente e de maneira prolongada situações e comportamentos de interesse, sem se restringir às categorias previamente estabelecidas por aqueles que vivenciam essas situações.

Utilizamos o método de análise de dados qualitativos visando verificar se houve um aumento significativo no domínio dos conceitos de termodinâmica por parte dos estudantes, a partir da aplicação da estratégia *Peer Instruction* (IpC). Essa análise busca compreender como a aprendizagem ativa, mediada pela interação entre pares, contribui para a construção conceitual em um contexto participativo e investigativo.

#### **4.4 LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA E PARTICIPANTES DA PESQUISA**

Escolhemos desenvolver esta pesquisa no Colégio Dom Bosco Leste por fazermos parte do quadro de professores da instituição. Trata-se de uma escola privada, localizada na Av. Cosme Ferreira, 5122, bairro Zumbi dos Palmares, na cidade de Manaus – AM, que oferece educação desde a Educação Infantil até o Ensino Médio.

A amostra da pesquisa foi composta por estudantes da primeira série do Novo Ensino Médio (NEM), com faixa etária entre 14 e 17 anos. A escolha dessa amostra fundamenta-se no fato de que a termodinâmica integra o currículo da área de Ciências da Natureza, no componente curricular de Física da 1ª série do Ensino Médio, conforme estabelecido na Proposta Curricular e Pedagógica do Amazonas (Amazonas, 2021), implementada a partir do ano letivo de 2022, com as mudanças advindas do NEM.

Além do alinhamento com a proposta curricular, consideramos também o estágio de desenvolvimento cognitivo característico dessa faixa etária. Reconhecemos que, nesse período da adolescência, os estudantes começam a tomar decisões mais autônomas e tornam-se mais participativos e ativos no ambiente escolar. Observa-se um progresso contínuo em habilidades cognitivas como o pensamento abstrato, o raciocínio lógico e a capacidade de planejamento.

Davis (1982) destaca que o pensamento do adolescente se organiza por meio da linguagem ou de outros sistemas simbólicos, como a matemática. É por meio desses processos que o adolescente demonstra competência para formular hipóteses, construir argumentações e elaborar conclusões — capacidades essenciais para o desenvolvimento de conceitos científicos e para a participação em metodologias ativas como a *Peer Instruction*.

#### **4.5 CRITÉRIOS ÉTICOS DA PESQUISA**

Nossa pesquisa foi submetida à Plataforma Brasil sob o número de comprovante 123812/2024 e CAAE: 84004624.6.0000.5020, conforme consta no anexo A, seguindo os princípios éticos estabelecidos para estudos que envolvem seres humanos. A submissão a esse sistema constitui um requisito fundamental para assegurar que a pesquisa esteja conforme as diretrizes da Resolução n.º 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (2012), que estabelece normas para a proteção dos participantes, garantindo seu bem-estar, privacidade e o consentimento livre e esclarecido.

Esse processo visa garantir que a condução do estudo ocorra de maneira ética, respeitando integralmente os direitos e a dignidade dos sujeitos envolvidos. Além disso, a submissão à Plataforma Brasil possibilita a avaliação criteriosa do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), responsável por analisar os aspectos metodológicos e éticos, prevenindo riscos e assegurando que os benefícios da pesquisa superem eventuais impactos negativos (Conselho Nacional de Saúde, 2012).

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), também anexado, foi devidamente enviado aos responsáveis legais para assinatura, garantindo que todos os participantes e seus representantes estivessem cientes dos objetivos, procedimentos e possíveis implicações do estudo. A pesquisa está, ainda, respaldada quanto ao uso de imagem e nomes, consoante a legislação vigente, assegurando a transparência e a segurança no tratamento dessas informações (Conselho Nacional de Saúde, 2012). Dessa forma, reafirmamos o compromisso com a legitimidade científica e a responsabilidade ética na condução e na divulgação dos resultados desta investigação.

#### 4.6 PROCESSO DA PESQUISA

Esta pesquisa está estruturada em três momentos principais. O primeiro correspondeu à fase de preparação, que envolveu a compreensão do objeto de estudo, leituras e produções escritas, além dos ajustes metodológicos necessários para a aplicação da investigação. O segundo momento marcou a transição para a implementação prática da pesquisa em campo, com a organização das atividades e a interação direta com os participantes. Por fim, o terceiro momento concentrou-se na análise dos dados e na elaboração das conclusões a partir dos objetivos propostos. A seguir, detalhamos cada uma dessas etapas.

A pesquisa foi realizada por meio de encontros presenciais em uma escola da rede particular de ensino, com a condução de seis (6) encontros junto a uma turma do 1º ano do Ensino Médio, composta por 23 estudantes matriculados. Cada encontro teve duração de 50 minutos, tendo sido planejado para aplicar a metodologia ativa baseada na estratégia Peer Instruction (IpC), aliada ao uso de ferramentas digitais.

A tabela 3 apresenta o planejamento que norteou o desenvolvimento da pesquisa em cada uma de suas etapas.

**Tabela 3** – Planejamento dos encontros

<b>Encontro</b>	<b>Descrição da atividade</b>	<b>Recursos necessários</b>	<b>Data prevista</b>
1º	Pré-teste e apresentação da pesquisa	Questionários	19 de agosto de 2024
2º	Aula teórica sobre termodinâmica e experimento de baixo custo	Projektor, <i>notebook</i> e materiais diversos para a realização do experimento.	20 de agosto de 2024
3º	Atividade prática em equipe (produção de mapas conceituais)	Materiais de papelaria.	21 de agosto de 2024

4°	Atividade prática (testes conceituais)	Celular e internet.	22 de agosto de 2024
5°	Pós-teste	Questionários.	23 de agosto de 2024

Fonte: Elaboração própria (2024)

Nas seções seguintes, serão descritos detalhadamente os procedimentos de cada etapa.

#### 4.6.1 ETAPA 01: ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO INICIAL

Nesta etapa, procedemos à seleção das questões que compuseram o questionário diagnóstico (Anexo B), aplicado durante o primeiro encontro com a turma. Considerando que os participantes estavam no primeiro ano do Ensino Médio, optamos por abordar os conceitos de termodinâmica de maneira acessível, empregando uma linguagem mais coloquial e próxima da realidade dos estudantes.

Além disso, destacamos as aplicações práticas da Física no cotidiano, com o intuito de tornar os conceitos mais significativos e promover maior engajamento por parte dos estudantes.

#### 4.6.2 ETAPA 02: REALIZAÇÃO DOS ENCONTROS

**1- Pré-teste e apresentação da pesquisa:** O primeiro encontro teve como objetivo avaliar os conhecimentos prévios dos participantes por meio de questionário diagnóstico. Além disso, foram apresentadas as diretrizes da pesquisa, esclarecendo sua finalidade e metodologia.

**2- Aula teórica sobre termodinâmica e experimento:** No segundo encontro, foi ministrada uma aula expositiva com o auxílio de um projetor e um *notebook* para apresentar os conceitos fundamentais da termodinâmica. Para complementar a

abordagem teórica, os estudantes realizaram um experimento de baixo custo, permitindo a observação prática dos fenômenos estudados.

**3- Atividade prática em equipe (produção de mapas conceituais):** No terceiro encontro, os estudantes foram divididos em grupos e participaram de uma atividade de organização conceitual, utilizando materiais de papelaria para a construção de mapas conceituais. Para potencializar a autonomia e produtividade dos estudantes, eles tiraram fotos de seus mapas conceituais e os depositaram no *Padlet*, permitindo a socialização das produções e a reflexão coletiva sobre os conceitos abordados. Essa estratégia não apenas reforçou a sistematização do conhecimento, mas também incentivou a colaboração e o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem.

**4- Atividade prática e feedback para o professor (Testes conceituais):** No quarto encontro, os estudantes utilizaram seus próprios celulares para responder às perguntas conceituais por meio da plataforma *Plickers*. Essa ferramenta digital permitiu uma avaliação interativa e em tempo real, facilitando a identificação de dificuldades conceituais e possibilitando intervenções didáticas mais direcionadas. O uso do *Plickers* também promoveu maior engajamento e dinamismo no processo avaliativo, tornando a experiência mais envolvente e eficaz para os estudantes.

**5- Pós-Teste:** No último encontro, foi aplicado um novo questionário para analisar a evolução conceitual dos estudantes e identificar possíveis avanços no entendimento dos princípios termodinâmicos após as intervenções didáticas.

#### **4.6.3 OBJETIVOS DE CADA ENCONTRO**

O objetivo do primeiro encontro com a turma foi familiarizá-los com uma pesquisa acadêmica e integrá-los ao processo investigativo de forma participativa. Além de se tornarem participantes ativos, os estudantes ampliaram seus conhecimentos em mais uma área da Física, de modo a fortalecer o vínculo entre teoria e prática.

Esse estudo esteve, desde o início, alinhado com aquilo em que acreditamos: a formação de conceitos científicos por meio da aprendizagem ativa. Iniciamos as atividades com a aplicação de um teste diagnóstico, voltado à sondagem dos conhecimentos prévios sobre termodinâmica, utilizando para isso um questionário estruturado (Anexo B).

No segundo encontro, inspirados na fala de Cristovam Buarque, professor e ex-ministro da Educação (ANEC, 2023) — “Até então, o professor era como um ator de teatro: entre o quadro negro e os estudantes, representando o seu show. Agora, o educador que quiser realmente encantar os discentes deverá tornar-se um roteirista e diretor de cinema” —, demos continuidade às atividades com uma aula teórica, voltada à apresentação dos conceitos fundamentais da termodinâmica.

Antes do encontro, realizamos o envio prévio de um texto introdutório sobre o tema, com o intuito de promover uma leitura preparatória. Dessa forma, os estudantes chegaram à aula com uma noção prévia do conteúdo, o que favoreceu a participação, a compreensão e o aprofundamento durante as discussões em sala.

Dentro desse roteiro, já promovemos a participação ativa dos estudantes, incluindo a realização de um experimento de baixo custo, que possibilitou a interação e a aplicação dos conceitos durante a própria aula expositiva. A proposta visou integrar teoria e prática, favorecendo o envolvimento dos estudantes no processo de construção do conhecimento de Termodinâmica.

No terceiro encontro, observamos e acompanhamos o desenvolvimento dos estudantes ao colocarem em prática os conhecimentos adquiridos por meio da leitura prévia, da aula teórica, da escuta ativa e da atividade experimental. Como continuidade, propusemos a produção de mapas conceituais, visando organizar as ideias-chave e representar graficamente os conceitos aprendidos. Para isso, utilizamos a ferramenta digital *Padlet*, para criar um mural virtual colaborativo. Essa atividade teve como foco consolidar os aprendizados e estimular o protagonismo dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem.

No quarto encontro, realizamos um dos principais objetivos desta pesquisa: a aplicação dos testes conceituais, com a finalidade de verificar, em tempo real, o percentual de acertos da turma. Utilizamos a metodologia *Peer Instruction* (IpC), incentivando a troca de ideias entre os estudantes e promovendo uma compreensão mais sólida dos conceitos de termodinâmica.

Por fim, no quinto e último encontro, aplicamos um questionário final, com estrutura semelhante à do pré-teste aplicado no primeiro encontro. Essa etapa teve como objetivo comparar os resultados e, assim, buscar respostas para o problema central desta pesquisa. Avaliamos se a metodologia adotada contribuiu efetivamente para a formação de conceitos científicos em termodinâmica, considerando que a experiência proporcionada ao longo dos encontros representa uma forma de aprendizagem ativa que complementa e potencializa a teoria.

## **4.7 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS**

Os instrumentos utilizados nesta pesquisa para a obtenção das percepções dos envolvidos incluíram o uso de questionários, diário de campo, observação participativa e apoio tecnológico para a coleta de dados.

### **4.7.1 QUESTIONÁRIO**

O primeiro questionário aplicado nesta pesquisa foi composto por perguntas que avaliaram o nível de compreensão e familiaridade dos participantes com os conceitos relacionados à termodinâmica. As questões foram retiradas de um inventário sobre conceitos térmicos idealizado por dois professores australianos, Yeo e Zadnik (Anexo B).

Yeo e Zadnik (2001), com base em suas pesquisas em metadados envolvendo estudos sobre concepções alternativas em física térmica, elaboraram um inventário composto por 26 questões de múltipla escolha, todas formuladas em contextos cotidianos, próximos da realidade dos estudantes. Os autores supõem que os estudantes tendem a escolher respostas que correspondam às suas próprias concepções, em vez de optarem por aquelas que refletem o que lhes foi ensinado, mas nas quais não necessariamente acreditam (Louzada, 2012).

De forma geral, um questionário pode ser definido como um conjunto de perguntas que obedecem a uma sequência lógica, visando medir ou descrever variáveis e circunstâncias específicas (Bastos *et al.*, 2023).

#### 4.7.2 DIÁRIO DE CAMPO

Minayo (2002) destaca que o diário de campo é um instrumento essencial, utilizado em qualquer momento da rotina de trabalho. Esse diário atua como um “amigo silencioso”, cuja importância não pode ser subestimada. No diário de campo registramos diariamente nossas percepções, angústias, questionamentos e informações que não são obtidas por meio de outras técnicas.

O diário de campo constituiu um instrumento fundamental nesta pesquisa qualitativa, sendo utilizado para realizar observações e reflexões, além de documentar o que estávamos vendo, ouvindo, sentindo e pensando durante o trabalho de campo. Isso incluiu anotações sobre as interações entre professor-estudante e estudante-estudante, um dos focos mais importantes do método aplicado nesta investigação. Conforme Minayo (2002, p. 63-64):

[...] é um instrumento ao qual recorreremos em qualquer momento da rotina do trabalho que estamos realizando. [...] Nele diariamente podemos colocar nossas percepções, angústias, questionamentos e informações que não são obtidas através da utilização de outras técnicas. [...] Sobre ele o pesquisador se debruça com o intuito de construir detalhes que no seu somatório vai congrega os diferentes momentos da pesquisa. Demanda um uso sistemático que se estende desde o primeiro momento da ida ao campo até a fase final da investigação. Quanto mais rico for em anotações esse diário, maior será o auxílio que oferecerá à descrição e à análise do objeto estudado.

Assim, conforme Minayo (2002), o diário de campo é pessoal e intransferível. O pesquisador se dedica a ele visando registrar detalhes que, ao serem somados, abarcam os diferentes momentos da pesquisa. Seu uso deve ser sistemático, estendendo-se desde o primeiro momento da ida ao campo até a fase final da investigação. Quanto mais detalhadas forem as anotações nesse diário, maior será a contribuição para a descrição e análise do objeto estudado.

#### 4.7.3 OBSERVAÇÃO PARTICIPATIVA

O pesquisador, no instrumento de observação participativa, participa ativamente do ambiente ou contexto estudado, enquanto simultaneamente registra o comportamento e as interações dos participantes da amostra. Segundo Sampieri,

Collado e Lucio (2006), a observação participativa não é uma observação passiva; é estar sempre em alerta, refletindo sobre o contexto em que se encontram os participantes, bem como estar atento aos detalhes que permeiam essas interações, como acontecimentos e eventos.

#### 4.7.4 APOIO TECNOLÓGICO

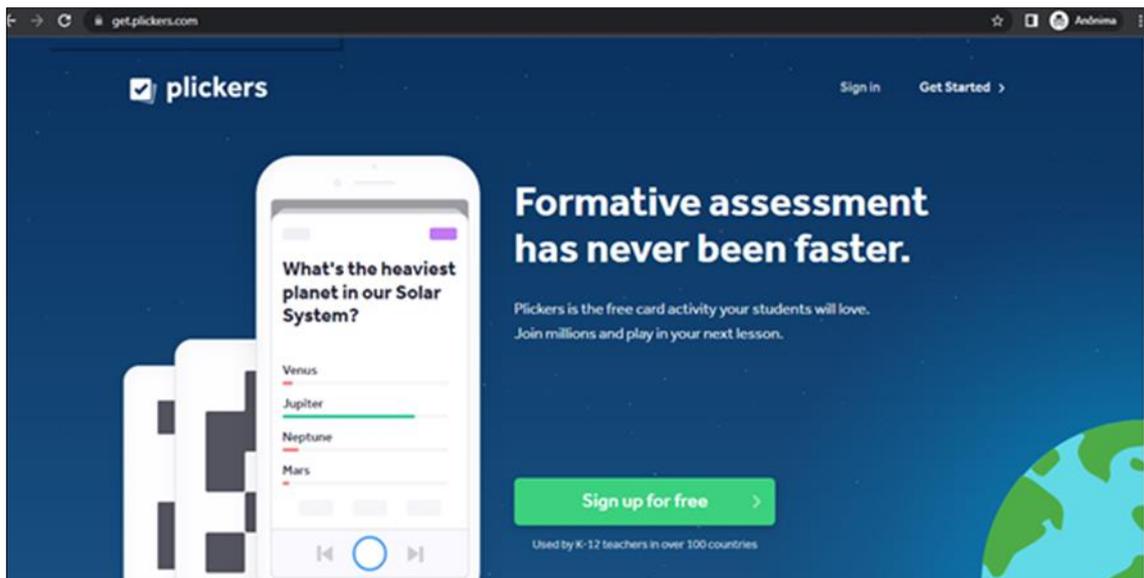
Morán, pesquisador, professor e mentor de projetos de transformação da educação básica e superior, discorre sobre o impacto da transformação digital na educação, refletindo sobre como essa revolução altera a escola, as formas de ensinar e aprender. Segundo ele: “Vivemos em um momento de transformação no mundo, e não seria diferente na educação. Agora, temos condições de personalizar o currículo, planejar juntos, acompanhar cada estudante e cada classe e tornar visível o processo para todos — em ritmos e contextos diferentes. Cada estudante no seu tempo e necessidade” (Anec, 2023, p. 39).

Em consonância com essa perspectiva, o apoio tecnológico utilizado em nossa pesquisa consistiu em uma ferramenta disponível tanto na versão *website* quanto em aplicativo para dispositivos móveis. Essa ferramenta, chamada *Plickers*, é um sistema que auxilia na avaliação educacional e requer recursos tecnológicos, como *smartphones* ou computadores.

Considerando que o método *Peer Instruction* (IpC) enfatiza a importância dos *feedbacks* durante as aulas teóricas, utilizamos o *Plickers* para administrar testes rápidos, que permitiram acompanhar o desempenho dos estudantes em tempo real. O aplicativo gera e salva automaticamente o desempenho individual dos estudantes, criando gráficos e dados que facilitam a análise do progresso da turma.

Para cadastrar a turma, foi necessário acessar o site da ferramenta e criar uma conta pessoal (*Sign in*) por meio do e-mail. Embora o site esteja em inglês, o professor pôde optar pela tradução para o português. Conforme ilustrado na Figura 5, apresentamos a interface do site.

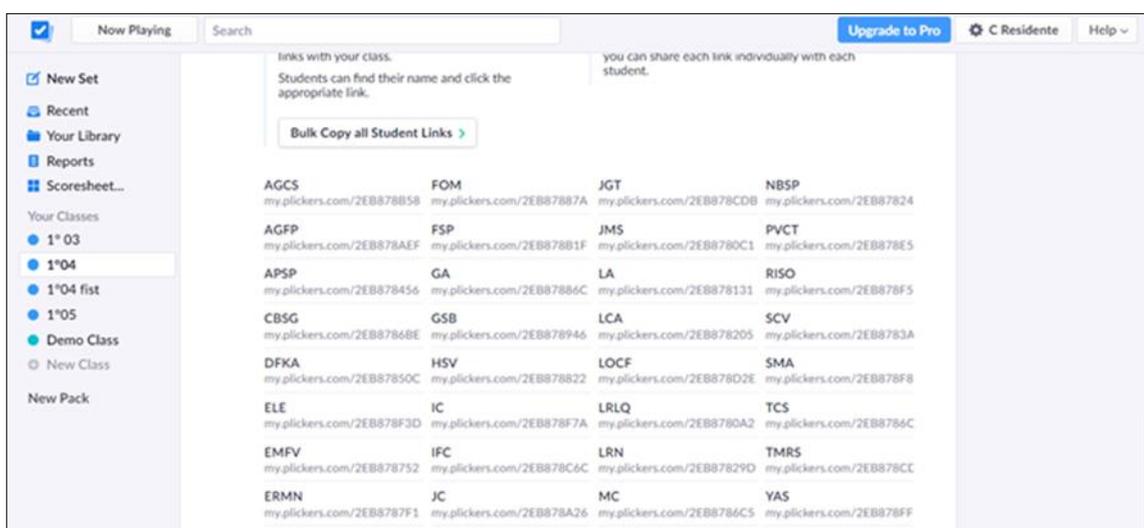
**Figura 5:** Página inicial da ferramenta *Plickers*



Fonte: Acesso ao site da ferramenta *Plickers*

Após se cadastrar, o professor poderá criar as turmas, inserindo o nome dos estudantes em cada turma, conforme está demonstrado na Figura 6. O professor criará os testes (*add some questions*); tais testes serão registrados na área '*Your Library*', podendo ser editados a qualquer momento pelo professor.

**Figura 6:** Área destinada aos estudantes cadastrados em cada turma na ferramenta *Plickers*



Fonte: Acesso ao site da ferramenta *Plickers*.

O desempenho dos estudantes é armazenado na própria conta do professor, podendo ser visualizado em tempo real. De posse dos resultados, o professor conseguirá medir o aprendizado da turma e, assim, aplicar o método IpC. Estes são os chamados testes conceituais, que, como já foi referido, o IpC se baseia nisso. Conforme a porcentagem de acertos em cada questão, o professor decide sobre a sequência da aula.

Na condição de colaborador, mediador e facilitador, o professor precisa ter foco em construir espaços de aprendizagem que favoreçam a transformação da informação em conhecimento, como afirma Morán (2015, p. 18):

Alguns componentes são fundamentais para o sucesso da aprendizagem: a criação de desafios, atividades, jogos, que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa, que solicitam informações pertinentes, que favorecem recompensas estimulantes, que combinam percursos pessoais com participações significativas em grupos, que se inserem em plataformas adaptativas, que reconhecem cada estudante e ao mesmo tempo aprendem com a interação, tudo isso utilizando as tecnologias adequadas.

Esses elementos citados por Morán são essenciais para promover uma aprendizagem eficaz e engajadora, ao mesmo tempo, em que aproveitam os benefícios das interações e ferramentas tecnológicas disponíveis.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, apresentamos o percurso da aplicação e os resultados obtidos. Os dados foram coletados por meio de pré-testes, questionários verbais e escritos, pós-testes e atividades elaboradas.

### 5.1 PRÉ-TESTE – CONCEITOS DE CALOR E TEMPERATURA: UM ESTUDO CATEGORIAL DE RESPOSTAS

A análise categorial consiste no desmembramento do discurso em categorias, cujos critérios de escolha e delimitação são orientados pela investigação dos temas relacionados ao objeto da pesquisa, identificados nos discursos dos sujeitos pesquisados (Bardin, 1977). O tema principal desta pesquisa foi o fundamento microscópico da termodinâmica e como os estudantes constroem conceitos relacionados a esse fundamento.

Para a criação dessas categorias, iniciamos com o pré-teste (Anexo B), que continha uma questão dissertativa-argumentativa: *“Com suas próprias palavras, explique a diferença entre calor e temperatura, descrevendo como esses dois conceitos estão relacionados em processos térmicos no cotidiano. Dê exemplos práticos”*.

Considerando que os estudantes (sujeitos pesquisados) ainda não haviam recebido aulas teóricas sobre termodinâmica até o momento da pesquisa, esperávamos que as respostas apresentassem variações em precisão e profundidade. As categorias foram elaboradas a partir dos conceitos e compreensões demonstrados pelos participantes.

Conforme Bardin (1977, p. 118), classificar elementos em categorias requer investigar o que cada um tem em comum com os demais, sendo essa semelhança o critério que possibilita seu agrupamento.

A seguir, na tabela 4, 5, 6 e 7, apresentam-se os títulos genéricos que agrupam as respostas com base em sua semântica:

**Tabela 2 – Categoria 1: Tentativa de explicação com conceitos próximos**

Nesta categoria o estudante tende a fazer confusão entre as definições e relações conceituais, usa exemplo do cotidiano e tenta relacionar conceitos físicos e experiências cotidianas.
<b>Estudante A1:</b> <i>“Temperatura: unidade de medida pertencente do S.I (Sistema Internacional de Medidas). Calor: referente do grau de agitação das moléculas relacionado no cotidiano ou percepção sensorial do que é quente ou frio. Exemplos do cotidiano: a febre, uma vez que a termômetro mede se a temperatura do corpo é alta (corpo quente) ou baixa (corpo frio), tendo como base o grau de agitação das moléculas (muito agitadas: em sua maioria no cotidiano quente; pouco agitada geralmente relacionadas ao frio).”</i>

Fonte: Elaboração própria (2024).

**Tabela 3 – Categoria 2: Conceitos parciais ou alternativos**

Nesta categoria o estudante tenta diferenciar calor e temperatura, traz uma definição vaga de calor como “algo energético” e de “variação”, o que está parcialmente correto, o que apresenta uma compreensão parcial e alternativa dos conceitos com equívocos conceituais.
<b>Estudante A2:</b> <i>“Calor é uma forma que a energia transfere para um objeto. Temperatura é uma medida pra identificar a temperatura de um objeto.”</i>
<b>Estudante A3:</b> <i>“A diferença é que a temperatura é uma variação de quente para frio já o calor é algo energético e calor pode variar.”</i>
<b>Estudante A4:</b> <i>“Calor é relacionado a energia, o movimento gera calor. Exemplo: andar. Temperatura: quando a gente cozinha tem uma temperatura e ela reage com o material.”</i>
<b>Estudante A5:</b> <i>“Calor é fonte de energia. Exemplo: sol nas placas solares. Temperatura: está relacionada ao termômetro.”</i>

Fonte: Elaboração própria (2024).

**Tabela 4 – Categoria 3: Compreensão intuitiva ou cotidiana**

Foi criada para agrupar as respostas dos estudantes que interpretam conceitos científicos, como calor e temperatura, a partir de suas experiências práticas e do senso comum. Essa categoria evidencia uma compreensão baseada em observações do dia a dia, muitas vezes associada a sensações e usos informais dos termos, mas que ainda carece de precisão conceitual.
<b>Estudante A6:</b> <i>“É um dos sinônimos de temperatura, o calor. Porque “calor dá ideia de algo quente, enquanto “temperatura” é algo quente ou frio, dependendo do grau da temperatura. Exemplos: “Está calor nesta cidade” “A temperatura está abaixo do normal do seu corpo.”</i>

<b>Estudante A7:</b> <i>“A diferença entre calor e temperatura seria sobre a sensação térmica, por exemplo, no dia a dia vemos que está cada dia mais quente, sendo que a temperatura marca 34°C. Mas o calor que a gente sente está maior, graças a sensação térmica.”</i>
<b>Estudante A8:</b> <i>“Acredito que o calor seja aquilo que nós sentimos sempre, já a temperatura é tipo quando tem um cubo de gelo em uma água quente já o calor é quando o sol está muito forte.”</i>
<b>Estudante A9:</b> <i>“Acredito que calor seja a sensação que eu sinto e a temperatura é como se fosse a “medida” da sensação que eu sinto. Por exemplo quando estou saindo da escola e sinto mais calor quando passo perto dos carros. Temperatura é os graus que aparecem no termômetro quando estou com febre. E quando abro a minha garrafa de água, e por ela ser térmica a temperatura da água se mantém fria, e a garrafa também está muito gelada por ser de alumínio.”</i>

Fonte: Elaboração própria (2024).

**Tabela 5 – Categoria 4: Raciocínios equivocados**

Foi criada para agrupar respostas dos estudantes que apresentam interpretações incorretas ou incompletas sobre os conceitos de calor e temperatura, demonstrando confusões conceituais que precisam ser corrigidas. Essa categoria é importante para identificar os equívocos mais comuns e orientar o professor em intervenções pedagógicas específicas.
<b>Estudante A10:</b> <i>“O calor é uma forma de medida da sensação térmica, que indica uma alta temperatura, ou seu oposto o frio. A temperatura é a forma de medida usada para medir a capacidade térmica de um material, se está quente (acima de 20°) ou frio (abaixo de 20°).”</i>
<b>Estudante A11:</b> <i>“Calor é quando se fala de calor significa que só se tem ausência do quente. Temperatura é quando falamos de temperatura a expressão sempre pode variar entre, frio, morno ou quente. Um exemplo prático é quando você por exemplo está esperando um ônibus 12:30 da tarde e você está suado e diz: “nossa, que calor”, e depois olha a temperatura e vê que logo vai chover e esfriar, pois o calor se associa só ao quente, enquanto a temperatura pode variar.”</i>
<b>Estudante A12:</b> <i>“Calor refere-se a temperatura positiva, quente e temperatura a todos os quesitos de quente, morno e frio, estando presentes em equipamento eletrônicos, como o forno e ar-condicionado.”</i>
<b>Estudante A13:</b> <i>“Calor está ligado a temperatura natural de um objeto, ou por exemplo, nossos corpos, que têm calor natural e são capazes de conduzir esse calor. Temperatura por outro lado não é algo que possa ser transferida, varia de acordo com a temperatura do ambiente, ou gerada por meios “artificiais” como o ar-condicionado.”</i>
<b>Estudante A14:</b> <i>“Exemplos de calor: fogo e chamas. Temperatura: número que define a intensidade do fogo.”</i>
<b>Estudante A15:</b> <i>“Calor é a energia guardada em um corpo, exemplo: pessoa se esquentando com casaco. Temperatura: está relacionada ao que um corpo está submetido, exemplo: ovo na água fervendo.”</i>

**Estudante A16:** “Calor é a energia gerada da massa de um objeto. Temperatura: é o nível de medida de tal coisa. Exemplo: ferver um ovo, o calor emitido pelo fogo aquece a panela, fazendo que ocorra a elevação de temperatura da água.”

**Estudante A17:** “Calor: ondas que tem capacidade de aquecer. Exemplo: em um dia ensolarado à luz irradia em um objeto e ele aquece. Temperatura: refere-se à sensação térmica, ou seja, quantos graus Celsius o ambiente pode estar, ela pode ser medida.”

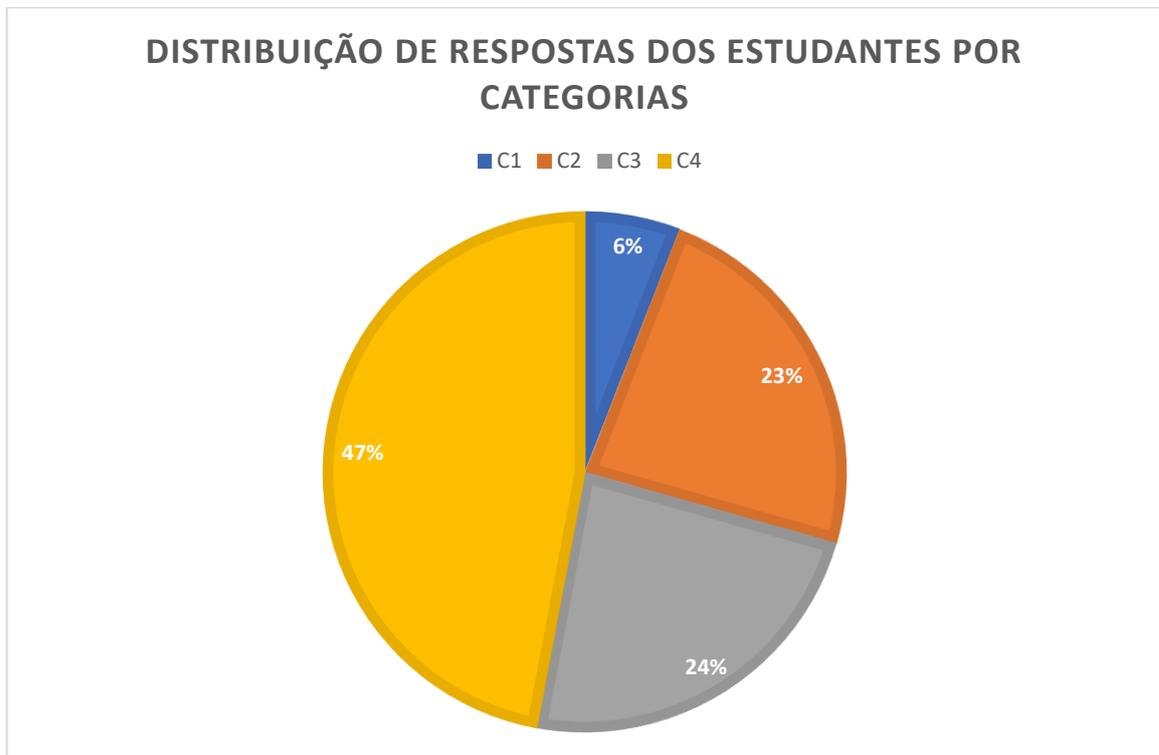
Fonte: Elaboração própria (2024).

A partir do processo de análise categorial, fundamentado em Bardin (1977), foi possível identificar, organizar e compreender de forma sistemática os equívocos presentes nas respostas, observando padrões de erros comuns:

- **Raciocínios equivocados:** Essa categoria agrupou respostas que revelaram erros conceituais, como a confusão entre os conceitos de calor e temperatura ou a associação do calor exclusivamente a fontes visíveis;
- **Compreensão intuitiva ou cotidiana:** A análise destacou que muitos estudantes recorreram à sua vivência cotidiana, utilizando exemplos práticos, porém frequentemente sem embasamento em conceitos científicos;
- **Conceitos parciais ou alternativos:** Essa categoria identificou respostas que apresentaram conceitos corretos associados a ideias equivocadas, incompletas ou erradas, evidenciando lacunas no aprendizado;
- **Compreensões vazias ou ausência de resposta:** Embora menos frequente, algumas respostas se mostraram sem conteúdo relevante ou limitaram-se à repetição de termos sem explicações substanciais.

O gráfico a seguir representa a quantidade de estudantes em cada categoria criada:

**Figura 7:** Gráfico de distribuição de categorias de respostas sobre conceitos de calor e temperatura entre os estudantes



Fonte: Elaboração própria (2024).

Destacamos a distribuição das respostas nas categorias identificadas:

- **C1: tentativa de explicação com conceitos próximos:** 1 estudante.
- **C2: conceitos parciais ou alternativos:** 4 estudantes.
- **C3: compreensão intuitiva ou cotidiana:** 4 estudantes.
- **C4: raciocínios equivocados:** 8 estudantes.

A alta frequência de respostas categorizadas como “raciocínios equivocados”, que representaram cerca de 47% do total, evidenciou a necessidade de intervenções pedagógicas específicas para esclarecer as confusões conceituais entre calor e temperatura. Esse cenário reforçou a importância de reavaliar os métodos tradicionais de ensino, especialmente a dependência quase exclusiva de exposições orais como estratégia didática. Conforme destacado por Araújo e Mazur (2013, p. 362):

Melhorar a formação profissional e acadêmica dos indivíduos nos mais diversos níveis passa por repensar o papel das estratégias formais de ensino. Em termos educacionais, pesquisa após pesquisa tem mostrado os

problemas de investir quase exclusivamente na apresentação oral dos conteúdos como estratégia didática.

Seguindo a metodologia proposta, elaboramos as perguntas em formato de testes conceituais *online*, com o objetivo de conectar os conceitos de termodinâmica ao cotidiano de forma prática e contextualizada. No segundo encontro, após a aula teórica, aplicamos os testes por meio da ferramenta *Plickers*, o que permitiu a coleta imediata das respostas dos estudantes e proporcionou um diagnóstico rápido e eficaz de suas compreensões e dificuldades. Essa ferramenta viabilizou a identificação de equívocos conceituais em tempo real, orientando intervenções pedagógicas mais precisas, conforme será detalhado no próximo tópico.

## 5.2 TDICS ALIADAS AO PROCESSO DE APRENDIZAGEM

O uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) ao longo da aplicação desta pesquisa revelou-se altamente significativo, desempenhando um papel crucial no fortalecimento dos fundamentos da aprendizagem ativa. Nesse contexto, destacamos que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta dez competências gerais, entre as quais sobressai a competência 5, que aborda a cultura digital e enfatiza que os estudantes devem:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018, p. 9).

No segundo encontro com a turma, após a aula teórica de 25 minutos, os estudantes realizaram os testes conceituais por meio da ferramenta *Plickers* (Figura 8).

**Figura 8:** Aula teórica com a turma

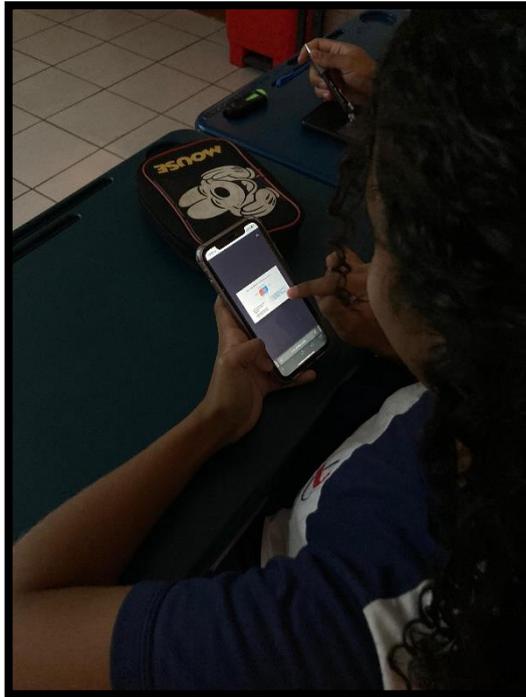


Fonte: Autoria própria (2024).

Na implementação da estratégia de Instrução por Colegas, utilizando a ferramenta *Plickers*, todos os estudantes participaram ativamente da resolução dos testes conceituais, baseados nos conteúdos abordados na aula teórica. Observamos grande entusiasmo dos estudantes tanto nos debates entre si quanto nas interações com a professora-pesquisadora, especialmente durante o processo de votação. Notamos que, ao longo das discussões, os estudantes não apenas defendiam seus pontos de vista, como também demonstravam abertura para as ideias dos colegas, empregando argumentos fundamentados e promovendo um ambiente de diálogo construtivo.

Ao realizarem o teste conceitual individualmente, em um primeiro momento, conforme ilustrado nas figuras 9 e 10, os estudantes apresentaram dificuldades para responder às questões, refletindo-se no desempenho inicial de apenas 14%. Contudo, com a aplicação da estratégia proposta, a eficácia tornou-se evidente, resultando em um aumento significativo no desempenho, que alcançou 67%.

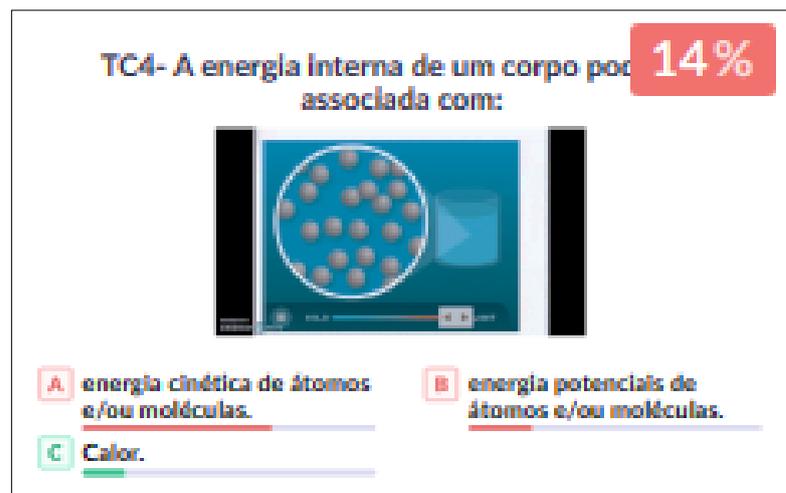
**Figura 9:** Estudante realizando o teste conceitual de forma individual



Fonte: Autoria própria (2024).

A Figura 10 apresenta o desempenho referente à questão 4, identificada pelo código TC4 (Teste Conceitual 4), realizada de forma individual pelos estudantes.

**Figura 10:** Desempenho dos estudantes ao realizarem o teste conceitual individualmente



Fonte: <https://www.plickers.com/setreport/670f7d6058706a9dffbd32a6>.

Analizamos os pré-testes e pós-testes (anexos), realizados no 1° e 5° encontro com a professora-pesquisadora. Esses instrumentos foram utilizados para avaliar o progresso dos estudantes ao longo do processo de ensino e aprendizagem ativa. A tabela 8 apresenta a análise detalhada dos resultados obtidos, destacando as diferenças nos desempenhos e os avanços conceituais alcançados pelos participantes.

**Tabela 6 – Análise Comparativa de Desempenho: Pré-Teste e Pós-Teste**

Estudante	Pré-teste - Porcentagem de acertos	Pós-teste - Porcentagem de acertos
A1-	70%	70%
A2-	60%	90%
A3-	50%	100%
A4-	50%	60%
A5-	40%	FALTOU
A6-	30%	50%
A7-	30%	70%
A8-	30%	FALTOU
A9-	20%	FALTOU
A10-	20%	60%
A11-	10%	50%
A12-	10%	FALTOU
A13-	0%	40%
A14-	20%	40%
A15-	30%	60%
A16-	10%	60%
A14-	40%	80%
A15-	30%	80%
A16-	20%	FALTOU
A17-	20%	70%

Fonte: Elaboração própria (2024).

A utilização da ferramenta interativa *Plickers* desempenhou um papel central no aumento significativo da porcentagem de acertos entre o pré-teste e o pós-teste. Por meio dos testes interativos com *feedbacks* imediatos, os estudantes tiveram a oportunidade de identificar e corrigir erros em tempo real, o que contribuiu diretamente para uma maior compreensão dos conceitos abordados. Essa percepção pode ser confirmada pela fala de uma estudante participante:

“A professora utilizou uma metodologia que abrange o uso de tecnologias contemporâneas, o desenvolvimento da teoria de forma objetiva e a prática como melhor forma de entendimento, pontos que, em minha visão, tornaram o método bem eficiente. A curta explicação sobre os conceitos da termodinâmica logo de início não me pareceu muito adequados, pois a explicação era feita de forma muito rápida e já passávamos para o exercício em seguida. No entanto, no decorrer das atividades vi que isto era na verdade bem positivo, pois estimulava o raciocínio veloz do assunto e, a partir das questões em forma de quiz, era permitida a memorização de fato do assunto, bem melhor do que diversas aulas no formato padrão em que por meses o estudante possui a teoria, porém, ao fim não apresenta um bom desempenho prático na resolução das questões. Houve ainda a realização dos experimentos em sala de aula (para mim isso foi crucial; sempre fui a favor de experimentos e práticas científicas no ambiente escolar). Entender as formas de aplicação da termodinâmica, inclusive no dia a dia, não somente captando conceitos, mas vendo de forma clara e palpável através dos experimentos que fizemos como se dá os processos dessa área de estudo da física fez com que os estudantes compreendessem de forma integral a importância e o impacto dos estudos da temperatura no funcionamento dos sistemas. Portanto, a experiência com o método que vivenciamos durante as aulas da professora foi bem sucedida, sendo este um método que vale a pena ser aplicado” (Maria Eduarda Marques, 2024).

As discussões em grupo também promoveram o desenvolvimento de habilidades críticas e colaborativas, permitindo que os participantes compartilhassem ideias e soluções, fortalecendo o aprendizado coletivo.

### **5.3 A INTEGRAÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS TEÓRICAS: ESTRATÉGIA PARA UMA APRENDIZAGEM ATIVA**

A apresentação dos experimentos após a aula teórica resultou em um maior interesse e participação dos estudantes. Ao confirmarem a teoria na prática, os estudantes esclareceram diversas dúvidas surgidas durante a aula, consolidando assim os conceitos da termodinâmica. Carvalho (2014, p. 49) defende as importâncias das demonstrações investigativas são:

1. Favorecem a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesses das situações propostas;
2. Potencializam análises qualitativas, significativas, que ajudam a compreender e acatar situações planejadas e a formular perguntas operativas sobre o que busca;
3. Consideram a elaboração de hipóteses como atividade central de investigação científica, sendo esse processo capaz de orientar o tratamento das situações e de fazer explícitas as pré-concepções dos estudantes;
4. Consideram as análises, com atenção nos resultados (sua interpretação física, confiabilidade, etc.) a partir dos conhecimentos

- disponíveis, das hipóteses manejadas e dos resultados das demais equipes de estudante;
5. Concedem uma importância especial às memórias científicas que reflitam o trabalho realizado e possam ressaltar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
  6. Ressaltam a dimensão coletiva do trabalho científico, pois as explicações são construídas no conjunto dos estudantes.

Embasados nessas defesas, realizamos duas demonstrações investigativas, consistindo em experimentos conduzidos pela professora-pesquisadora com o objetivo de ilustrar conceitos científicos e proporcionar uma melhor compreensão do conteúdo abordado na aula teórica. Essas demonstrações contribuíram para conectar a teoria à prática, tornando a aprendizagem mais significativa e despertando a curiosidade dos estudantes.

O primeiro experimento apresentado após a aula teórica foi o da máquina térmica a vapor. A produção foi realizada pelos próprios estudantes em sala de aula, utilizando materiais acessíveis, como uma lata de alumínio, algodão, álcool e pregos. Esse experimento teve como objetivo ilustrar conceitos fundamentais da termodinâmica, especialmente a conversão de energia térmica em energia mecânica.

A demonstração simulou o funcionamento de uma máquina térmica primitiva, inspirada na Eolípila de Herão, um dos primeiros dispositivos a utilizar vapor para produzir movimento. No experimento, o vapor gerado no interior da lata escapava por pequenos orifícios laterais, criando um efeito de reação que fazia a lata girar. A atividade contribuiu para a visualização prática dos fenômenos físicos discutidos, despertando interesse e ampliando a compreensão dos conceitos pelos estudantes.

Na área da Termodinâmica, Heron criou, por volta do século I D.C., o primeiro dispositivo/ máquina a vapor conhecida e documentada: Eolípila de Heron ou Máquina de Heron. A máquina consistia numa esfera metálica, pequena e oca com água montada sobre um suporte de cano ligado a uma bacia com água (Andrade, Sampaio, 2021, p. 123).

Conforme ilustrado na figura 11, os estudantes demonstraram animação e curiosidade ao observarem o funcionamento da máquina térmica, evidenciando o interesse despertado pela experimentação prática dos conceitos abordados.

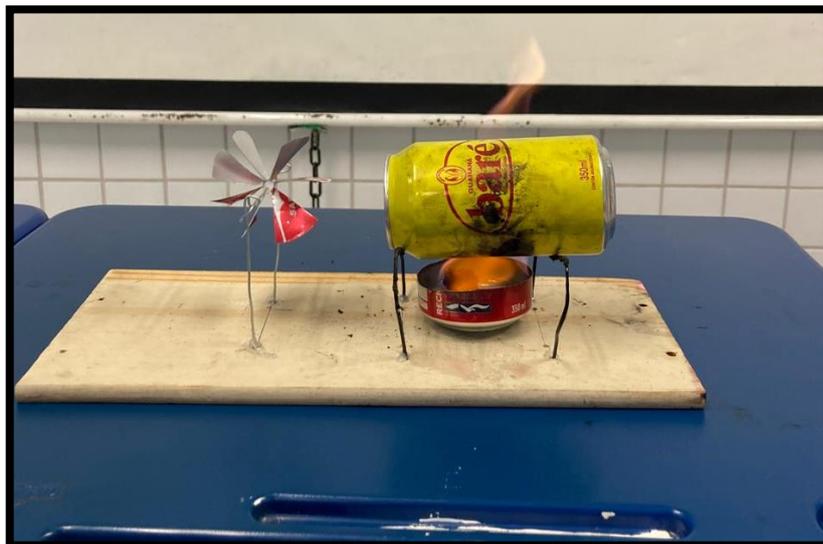
**Figura 11:** Demonstração do experimento da máquina a vapor



Fonte: Autoria própria (2024).

O experimento está representado na Figura 12 abaixo. Trata-se de uma atividade de baixo custo, que ilustra a importância da máquina a vapor no desenvolvimento das máquinas térmicas. Além de reforçar os conceitos da termodinâmica, a experiência promoveu a interdisciplinaridade, ao conectar os conhecimentos abordados em sala a diversas áreas do saber, como a História, a Química e a Tecnologia.

**Figura 12:** Experimento que demonstra o funcionamento de uma máquina térmica a vapor



Fonte: Autoria própria (2024).

O segundo experimento, denominado “Três Bacias de Água”, já foi fundamentado anteriormente nesta pesquisa. Trata-se de uma demonstração investigativa essencial, por possibilitar a fixação dos principais conceitos da termodinâmica de forma prática e significativa. Os estudantes, além de realizarem a experimentação, consolidaram na prática os conceitos estudados em sala de aula. Como podemos demonstrar com a fala de uma estudante:

“Eu achei esse experimento super legal! É muito diferente só ouvir a explicação e realmente sentir a transferência de calor na pele. Quando a gente coloca as mãos na água quente e na fria, e depois na morna, dá pra perceber na hora como nosso corpo sente a temperatura de jeitos diferentes. Foi uma forma bem mais fácil e divertida de entender o assunto, e com certeza eu não vou esquecer” (Maria Brito, 2024).

Colorimos as águas das três bacias com tinta, com o objetivo de tornar o experimento mais envolvente e incentivar os estudantes a participarem ativamente, colocando, literalmente, a “mão na massa”. Essa proposta lúdica e interativa contribuiu para o engajamento da turma, como podemos observar na figura 13.

**Figura 13:** Experimento que demonstra o conceito de transferência de calor e equilíbrio térmico



Fonte: Autoria própria (2024).

Uma das principais dificuldades enfrentadas pelos estudantes nas aulas de Física está na assimilação dos conteúdos apresentados pelo professor, o que, muitas vezes, resulta em desinteresse e desmotivação. Para reverter esse cenário, é essencial a realização de aulas experimentais, pois elas estimulam a curiosidade e engajam os estudantes de forma mais ativa no processo de aprendizagem. Além disso, essas atividades possibilitam uma compreensão mais concreta dos conceitos, tornando as aulas mais dinâmicas, participativas e significativas. Dessa forma, os estudantes tornam-se protagonistas na construção do conhecimento, contribuindo diretamente para a melhoria do ensino e da aprendizagem.

Com o objetivo de manter o engajamento dos estudantes, demos continuidade à aprendizagem por meio do uso de uma ferramenta digital. Agora, os estudantes tiveram a oportunidade de criar conteúdos autorais, que podem ser revisitados e compartilhados com os colegas, ampliando o conhecimento sobre termodinâmica de forma colaborativa.

No próximo tópico, exploraremos o produto final desenvolvido pelos estudantes na plataforma *Padlet*, promovendo uma reflexão sobre o processo de construção do conhecimento e o impacto do uso das tecnologias digitais no aprendizado.

#### **5.4 TDICS ALIADAS AO PROCESSO DE APRENDIZAGEM- PADLET**

Autodefinido como uma “plataforma global para criatividade e autoexpressão”, o Padlet é uma ferramenta gratuita, virtual e colaborativa, que permite a criação e edição de painéis interativos (Padlet, 2022). A plataforma oferece diferentes layouts e funcionalidades, possibilitando a inserção de textos, imagens, vídeos, links externos (como do YouTube), entre outros recursos, promovendo um ambiente dinâmico e acessível para a construção do conhecimento.

Aliando essa tecnologia ao método tradicional, no 3º encontro com a turma, organizamos os estudantes em grupos para que produzissem seus próprios mapas conceituais, utilizando o *Padlet* como suporte digital. Durante o mesmo encontro, apresentamos a definição e exemplos de mapas conceituais, destacando a diversidade de formatos e finalidades possíveis. Como destaca Tavares (2007, p. 72):

O mapa conceitual é uma estrutura esquemática para representar um conjunto de conceitos imersos numa rede de proposições. Ele é considerado como um estruturador do conhecimento, na medida em que permite mostrar como o conhecimento sobre determinado assunto está organizado na estrutura cognitiva de seu autor, que assim pode visualizar e analisar a sua profundidade e a extensão. Ele pode ser entendido como uma representação visual utilizada para partilhar significados, pois explicita como o autor entende as relações entre os conceitos enunciados.

A atividade em grupos estimulou os estudantes a exercitarem a criatividade, interagir entre si e colocarem em prática sua imaginação. Eles traduziram em produções visuais aquilo que haviam assimilado nas aulas teóricas e nos testes conceituais. Foi possível observar, nos mapas conceituais elaborados, a incorporação de modelos teóricos por meio de ilustrações e conexões lógicas, o que enriqueceu o processo de aprendizagem de forma visual e prática.

Ao enviar seus mapas para a plataforma Padlet, os estudantes expressaram grande entusiasmo, ao perceberem que haviam criado algo relevante e útil, que poderia ser consultado por outros colegas interessados no mesmo material (Figura 14). Essa experiência proporcionou uma sensação de protagonismo e pertencimento a uma comunidade de aprendizagem colaborativa e mais ampla.

**Figura 14:** Mapas conceituais produzidos pelos estudantes e armazenados no mural do Padlet, acessível ao público por meio do link disponibilizado



Fonte: <https://padlet.com/accamico/mapas-conceituais-sobre-conceitos-termicos-produzido-pelo-1--a0qiqshfxvccn58>.

## 5.5 PERCEPÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE FERRAMENTAS DIGITAIS E APRENDIZAGEM ATIVA EM TERMODINÂMICA

Nesta etapa, ampliamos nossa investigação por meio da aplicação de um novo questionário, com foco em aprofundar a compreensão sobre a percepção dos estudantes em relação à utilização da aprendizagem ativa e das ferramentas digitais no ensino de Termodinâmica. O questionário contemplou perguntas de múltipla escolha e perguntas abertas, o que nos permitiu realizar uma análise mais detalhada das percepções dos estudantes e do impacto da metodologia adotada, conforme expresso na tabela 9.

**Tabela 7** – Questionário de percepção dos estudantes

Questão	Alternativa A (% de respostas)	Alternativa B (% de respostas)	Alternativa C (% de respostas)	Alternativa D (% de respostas)
1. A utilização do Plickers facilitou sua compreensão dos conceitos de Termodinâmica?	Sim, facilitou bastante (63%)	Sim, em parte (29%)	Não fez diferença (5%)	Não, dificultou (3%)
2. As discussões em grupo ajudaram a esclarecer suas dúvidas?	Sim, muito (58%)	Sim, em parte (32%)	Não fez diferença (7%)	Não, dificultaram (3%)
3. Você se sentiu mais confiante ao revisar os mapas conceituais no Padlet?	Sim, muito mais confiante (55%)	Um pouco mais confiante (35%)	Não fez diferença (8%)	Menos confiante (2%)

Fonte: Elaboração própria (2024).

As respostas evidenciam que a adoção do *Plickers* como ferramenta de avaliação formativa teve um impacto positivo na compreensão dos conceitos. A maioria dos estudantes (63%) afirmou que a ferramenta facilitou significativamente sua aprendizagem, enquanto 29% relataram uma facilitação parcial. Apenas 8% indicaram que não perceberam diferença ou que a ferramenta gerou dificuldades. Esses resultados reforçam a eficácia da abordagem interativa em comparação aos métodos tradicionais.

Além disso, as discussões em grupo mostraram-se fundamentais para o esclarecimento de dúvidas, com 90% dos participantes reconhecendo algum nível de benefício. Esse dado corrobora a importância da interação entre pares como mediadora do processo de aprendizagem, alinhando-se às ideias de Vygotsky (1998) sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

A análise qualitativa das questões abertas revelou aspectos relevantes das percepções dos estudantes. Destacamos alguns depoimentos:

“Discutir com meus colegas me ajudou a perceber onde eu estava errando e entender melhor o conteúdo” (Fernando Matheus, 2024).

“Gostei de usar o Padlet porque pude revisar os mapas conceituais em casa e reforçar o que aprendi” (Maria Brito, 2024).

“O Plickers foi útil porque mostrou rapidamente se eu estava entendendo o assunto ou não” (Nunes Maria, 2024).

Essas respostas destacam o valor do *feedback* imediato e da aprendizagem colaborativa na consolidação dos conceitos, especialmente no que diz respeito aos conceitos de termodinâmica que abordamos com os estudantes.

## 5.6 ANÁLISE DOS DADOS E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A análise comparativa entre os pré-testes e pós-testes aplicados no 1º e no 5º encontro evidencia um aumento significativo no desempenho dos estudantes, passando de 14% para 67% de acertos. Esse avanço expressivo sugere que a adoção de metodologias de aprendizagem ativa teve um impacto positivo na construção do conhecimento dos participantes.

O crescimento de 53 pontos percentuais pode ser atribuído a diversos fatores metodológicos empregados ao longo da pesquisa:

1. Uso de *feedback* imediato (Plickers) – A tecnologia utilizada permitiu que os estudantes identificassem rapidamente seus erros e ajustassem suas compreensões, alinhando-se à literatura sobre o impacto do *feedback* na aprendizagem (Hattie; Timperley, 2007). Esse mecanismo reduz a fossilização de conceitos equivocados e amplia a fixação correta dos conteúdos;
2. Mapas conceituais digitais (Padlet) – A construção de mapas conceituais auxiliou na organização das ideias, fortalecendo conexões entre os conceitos científicos abordados. Segundo Novak e Cañas (2008), essa ferramenta contribui para uma aprendizagem mais significativa ao permitir que os estudantes relacionem conhecimentos prévios a novos conteúdos;
3. Interação social e colaboração – As atividades em grupo propiciaram trocas de conhecimento entre os estudantes, reforçando a teoria de Vygotsky (2007)

sobre a aprendizagem mediada pela interação social. Além disso, os debates possibilitaram a reestruturação conceitual por meio do confronto de ideias e da construção coletiva do saber;

4. Engajamento e motivação – Métodos ativos favorecem a participação efetiva dos estudantes, contrastando com abordagens tradicionais nas quais muitos estudantes assumem um papel passivo. A gamificação proporcionada pelo Plickers pode ter sido um fator motivador adicional, tornando a aprendizagem mais dinâmica e envolvente.

Apesar desses fatores positivos, é fundamental discutir as limitações da pesquisa para compreender melhor o contexto e os desafios enfrentados.

## **5.7 LIMITAÇÕES DA PESQUISA**

O estudo foi conduzido com um número reduzido de participantes, limitando a generalização dos resultados. Embora os achados sejam promissores, uma amostra maior poderia oferecer uma visão mais abrangente sobre a eficácia das metodologias aplicadas.

A aplicação dos métodos ocorreu em um período relativamente curto, o que pode ter influenciado a consolidação do aprendizado. Conforme Mayer (2014), a aprendizagem significativa demanda tempo para assimilação, prática e aprofundamento — aspectos que poderiam ser mais explorados em estudos longitudinais.

Fatores externos, como diferenças individuais nos níveis de conhecimento prévio e na motivação dos estudantes, podem ter impactado os resultados. Além disso, aspectos como a influência do ambiente escolar e o acesso a dispositivos tecnológicos fora da sala de aula também podem ter desempenhado papel na absorção do conteúdo.

Embora o uso de ferramentas digitais tenha trazido benefícios, a dependência dessas tecnologias pode representar um desafio para escolas com infraestrutura limitada. A replicação do método em contextos com menor disponibilidade tecnológica pode exigir adaptações para garantir acessibilidade e eficácia.

Dessa forma, os resultados desta pesquisa indicam que a aprendizagem ativa, aliada às tecnologias educacionais, pode ser um caminho eficaz para potencializar o ensino de conceitos complexos, como os da termodinâmica. No entanto, futuras investigações podem aprimorar essa abordagem considerando:

- A ampliação do tempo de intervenção para avaliar efeitos de longo prazo;
- A replicação do estudo com amostras mais diversificadas;
- A adaptação dos métodos para contextos de baixa tecnologia, analisando a viabilidade de estratégias alternativas sem dependência digital.

A partir dessas perspectivas, esperamos que esta pesquisa contribua para a construção de práticas pedagógicas inovadoras e acessíveis, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e engajadora no ensino.

## 6 CONSIDERAÇÕES

A pesquisa foi realizada em uma escola da zona leste de Manaus, envolvendo estudantes do 1º ano do Novo Ensino Médio, que tiveram a oportunidade de participar de um estudo acadêmico e vivenciar uma abordagem inovadora no ensino de Física. Durante o desenvolvimento, leituras fundamentais possibilitaram compreender o cenário atual do ensino dessa disciplina, marcado por desafios e pela necessidade de novas estratégias pedagógicas.

Diante desse contexto, surgiu a questão norteadora: Como a aprendizagem ativa contribui para a formação de conceitos científicos em termodinâmica no processo de ensino e aprendizagem no ensino médio? Para respondê-la, foi aplicada uma metodologia baseada na aprendizagem ativa, fundamentada em teorias que enfatizam a importância das relações no processo educativo. Essas interações ocorrem entre docentes e discentes, entre os próprios estudantes e, ainda, além dos limites da escola, promovendo um aprendizado mais dinâmico e significativo.

Os estudantes tornaram-se protagonistas de sua própria jornada de conhecimento, construindo seu desenvolvimento com o suporte dos professores, que exercem papel essencial na promoção da aprendizagem. Para isso, é necessário que os docentes se reinventem constantemente, enfrentando desafios como o tempo limitado e as demandas de uma geração cada vez mais imediatista. A aplicação da metodologia evidenciou que essa adaptação é possível e gera impactos positivos: 63% dos estudantes relataram sentir-se mais preparados para aplicar os conceitos de termodinâmica em situações cotidianas, demonstrando que a aprendizagem ativa não apenas aprimora a compreensão teórica, mas também fortalece a aplicação prática do conhecimento. Além disso, 87% dos participantes destacaram que as ferramentas digitais proporcionaram um aprendizado mais dinâmico e engajador, aumentando a motivação e o interesse pelo conteúdo.

Por meio da análise categorial de Bardin, foi possível identificar e classificar as respostas abertas dos estudantes, o que permitiu à professora-pesquisadora direcionar melhor as aulas teóricas e focar nas explicações mais necessárias. Com isso, foram elaborados testes conceituais voltados para as reais dificuldades dos estudantes, potencializando a aprendizagem. Durante o processo, os estudantes demonstraram grande entusiasmo tanto nos debates entre si quanto nas interações

com a professora-pesquisadora, especialmente no momento da votação. Observou-se que, ao longo das discussões, os estudantes não apenas defendiam seus pontos de vista, mas também se mostravam receptivos às ideias dos colegas, utilizando argumentos fundamentados e promovendo um ambiente de diálogo construtivo. Ademais, houve um aumento percentual significativo nos acertos quando a estratégia IpC foi aplicada, associada às discussões em grupo, reforçando o impacto positivo da aprendizagem ativa.

Um antigo provérbio africano afirma: “É preciso uma aldeia inteira para educar uma criança.” Esse ensinamento ressalta que a educação é um processo coletivo, que transcende o papel do professor em sala de aula. Envolve estudantes, famílias, escola e toda a comunidade, incluindo pesquisadores e estudantes de pós-graduação, que exercem papel fundamental ao trazer novas perspectivas e ideias para aprimorar o ensino. Esta pesquisa, além de impactar diretamente os estudantes do ensino médio, foi também fundamental para os pesquisadores envolvidos, permitindo-lhes compreender melhor os desafios da educação básica e refletir sobre estratégias inovadoras que incentivem o engajamento dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, a troca de conhecimento e experiências entre diferentes níveis da educação fortalece um ciclo contínuo de aprendizagem, contribuindo para a construção de uma educação mais eficaz, interativa e acessível a todos.

## REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Secretaria Estadual de Desporto e Educação do Amazonas. **Proposta Curricular e Pedagógica do Ensino Médio**. 2021. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1epoJkes5tN15g-qdqWGUlgCPIBqplbl7/view>. Acesso em: 25 jun. 2023.

AMORIM, Raimundo Pereira. **Metodologias ativas como recurso pedagógico no ensino médio**: uma percepção docente da área de ciências humanas e sociais aplicadas. 2023. 91 f. Dissertação (Programa Stricto Sensu em Educação) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2023.

ANDRADE, Ana Carolina de; FELIPE, Edmáisson; MEDEIROS, Simone Alves de. Da pedagogia tradicional a uma aprendizagem significativa. **Episteme Transversalis**, [S.l.], v. 11, n. 2, out. 2020. ISSN 2236-2649. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/2146>. Acesso em: 16 maio 2024.

ANDRADE, Wellington; SAMPAIO, Thiago Máquina de Heron: A Máquina de Heron: Desenvolvimento de um procedimento experimental para o ensino da Termodinâmica a fim de entender as máquinas térmicas. **Revista Semiárido De Visu**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 121–130, 2021. DOI: <https://doi.org/10.31416/rsdv.v9i2.214>.

ARANHA, Mauricleide Leandro. **A importância da ludicidade e da psicomotricidade para a educação infantil**. 2016. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Universidade Federal da Paraíba, Centro de Educação, João Pessoa, 2016.

ARAÚJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 30, n. 2, p. 362–384, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CATÓLICA DO BRASIL (ANEC). A transformação digital da educação. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CATÓLICA DO BRASIL. **VI Congresso Nacional de Educação Católica**. Revista EDUCANEC, n. 2, jun./jul. 2023. Disponível em: [https://anec.org.br/wp-content/uploads/2023/09/educanec2\\_digital-2.pdf](https://anec.org.br/wp-content/uploads/2023/09/educanec2_digital-2.pdf). Acesso em: 25 fev. 2024.

BACICH, Lilian; MORÁN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia. In: International Conference on Engineering and Technology Education, 2014, Cairo. **Anais [...]** Egito, 2014. p. 110-116.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo** Lisboa: Edições 70, 1977.

BASTOS, Celso da Cunha. Metodologias Ativas. **Educação & Medicina**, 2006. Disponível em: <http://educacaoemedicina.blogspot.com/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em: 07 fev. 2024.

BASTOS, Jennifer Ester de Sousa; SOUSA, Julia Maria de Jesus; SILVA, Pollyana Mattias Narciso da; AQUINO, Rafael Lemes de. O Uso do Questionário como Ferramenta Metodológica: potencialidades e desafios. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 623–636, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n3p623-636>.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, [S. l.], v. 32, n. 1, p. 25–40, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0383.2011v32n1p25>.

BONWELL, Charles C.; EISON, James A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom**. Washington: Ashe-Eric Higher Education Reports, 1991.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit\\_e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit_e.pdf). Acesso em: 27 jan. 2024.

BRITO, Marcia Regina Ferreira de. **Um estudo sobre as atitudes em relação a matemática em estudantes de 1 e 2 graus**. 1996. 383f. Tese (livre-docencia) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 1996.

CAMICO, Ana Camila da Silva; NETO, Minos Martins Adão. Ensino dos conceitos de calor e temperatura através da combinação da estratégia peer instruction e a sala de aula invertida. In: Anais do Simpósio Nacional de Metodologias Ativas na Educação Profissional e Tecnológica - SINMAEPT. **Anais eletrônicos**[...] Rio Branco, 2023. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iisinmaept/602977-ensino-dos-conceitos-de-calor-e-temperatura-atraves-da-combinacao-da-estrategia-peer-instruction-e-a-sala-de-aula/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

CAMICO, Ana Camila da Silva. **Mapas conceituais sobre conceitos térmicos produzidos pelo 1º ano**. Disponível em: <https://padlet.com/accamico/mapas-conceituais-sobre-conceitos-t-rmicos-produzido-pelo-1--a0qiqshfxvccn58>.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa do. **Calor e Temperatura: um ensino por investigação**. 1. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CHASSOT, Attico Inacio. **A ciência através dos tempos**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

COELHO, Luana de Moura. Como podemos estimar a evaporação nos reservatórios de água? In: Encontro de Educadores em Ciências do CDCC, v. 11, 2014, São Carlos. **Anais eletrônicos** [...] São Paulo, 2014. p. 1-4. Disponível em: [https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/09/13\\_Como\\_podemos\\_estimar\\_a\\_evaporacao\\_nos\\_reservatorios\\_de\\_agua.pdf](https://sites.usp.br/cdcc/wp-content/uploads/sites/512/2019/09/13_Como_podemos_estimar_a_evaporacao_nos_reservatorios_de_agua.pdf). Acesso em: 06 jan. 2024.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (CNE). **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012.** Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. 2012. Disponível em: [https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466\\_12\\_12\\_2012.html](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html). Acesso em: 24 fev. 2024.

CROUCH, Catherine H.; MAZUR, Eric. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970–977, 2001.

DESLAURIERS, Louis; SCHELEW, Ellen; WIEMAN, Carl. Improved learning in a large-enrollment physics class. **Science**, v. 332, p. 862–864, 2011.

DAVIS, Claudia. Desenvolvimento cognitivo na adolescência: período das operações formais. In: RAPPAPORT, Clara Regina; FIORI, Wagner Rocha; DAVIS, Claudia. (Orgs.). **Psicologia do Desenvolvimento: a idade escolar e a adolescência**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1982.

DESAFIOS DA EDUCAÇÃO. **Metodologias ativas: o que é, como aplicar e as mais conhecidas**. 2021. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.com.br/metodologias-ativas/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

DINIZ, Alan Corrêa; TEIXEIRA, Alvaro Vianna Novaes de Carvalho. **Instruções para aplicação do método Peer Instruction em aulas de física no ensino médio**. Viçosa: Ufv, 2015.

FARIAS, Ilma; CARVALHO, Maria Mayara Rodrigues. A regência no ensino de Geografia a partir do uso de metodologias ativas em uma escola da rede pública de Manaus. **Revista Amazônica**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 1–24, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29280/rappge.v8i1.13377>.

FREEMAN, S. *et al.* Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 65. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2018.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GASPAR, Albeerto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, p. 227-254, 2002.

HATTIE, John; TIMPERLEY, Helen. The power of feedback. **Review of Educational Research**, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física 1: mecânica**, Vol. 1. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora, 1998.

HITOTUZI, Nilton; MORAIS, Marcelo Luna de. Experiências internacionais com a lesson study: evidências de aprendizagem na sala de aula. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 830–854, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/4423>. Acesso em: 05 jan. 2024.

JACCOUD, Mylène; MAYER, Robert. A observação direta e a pesquisa qualitativa. In: POUPART, Jean; DESLAURIERS, Jean-Pierre; GROULX, Lionei-H; LAPERRIERE, Anne; MAYER, Robert; PIRES, Álvaro (Orgs.). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Tradução de Ana Cristina Nasser. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 254-294.

KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; HOSOUME, Yassuko. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

KÖHNLEIN, Janete Francisca Klein; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. **Uma discussão sobre a natureza da ciência no ensino médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86083>. Acesso em: 28 jan. 2024.

LEÃO, Denise Maria Maciel. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, n. 107, p. 187–206, jul. 1999.

LIMA, Bruno Sanches de; SANTOS, Carlos Alberto Moreira dos. Peer-instruction Usando Ferramentas On-line. **Revista de Graduação USP**, v. 1, n. 1, p. 83-90, 2016.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; JÚNIOR, Orlando Aguiar; CARO, Carmen Maria de. Formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 855–871, 2011.

LOUZADA, Alexandre Neves. **Uso da modelagem computacional como proposta de inovação curricular para o ensino de física no ensino médio**. 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

MARQUES, Nelson Luiz Reyes; ARAUJO, Ives Solano. Investindo na formação de professores de ciências do ensino fundamental: uma experiência em física térmica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, p. 131-152, 2010.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction: A User's Manual**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1997.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Tradução de Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Editora Penso, 2015.

MESTRE, Jose P. Learning and Instruction in Pre-College Physical Science. **Physics Today**, v. 48, p. 24–30, 1995.

MCTIGHE, Jay; WILLIS, Judy. **Upgrade Your Teaching: Understanding by Design Meets Neuroscience**. Alexandria: ASCD Publications. 2019.

MINAYO, Maria Cecilia. **Pesquisa social: teoria e método**. 21 ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofelia Elisa Torres (Orgs.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: EUPG, 2015. p. 15-33.

MORAIS, R. Aprendizagem ativa no ensino médio: desafios e estratégias. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 35-49, 2015.

MORAN, José Manuel; BACICH, Lilian; BENTO, Lucas. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem ativa com significado. **Revista Espaço Pedagógico**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 405-416, 2022. DOI: 10.5335/rep.v29i2.13887. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/13887>. Acesso em: 01abr. 2024.

MORTIMER, Eduardo F.; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID94/v7\\_n3\\_a2002](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002). Acesso em: 6 maio 2024.

NALESNIK, Sally W.; HEATON, Jason O.; OLSEN, Cara H.; HAFFNER, William H.; ZAHN, Christopher M. Incorporating problem-based learning into an obstetrics/gynecology clerkship: impact on student satisfaction and grades. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, v. 190, n. 5, p. 1375-1381, 2004.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNIrevista**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2006.

NICOL, David J.; MACFARLANE-DICK, Debra. Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. **Studies in Higher Education**, v. 31, n. 2, p. 199-218, 2006.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. **The theory underlying concept maps and how to construct and use them**. Technical Report IHMC CmapTools, 2008.

PENIDO, Anna. O que há de novo no Ensino Médio. **Nosso Ensino Médio**, 2021. Disponível em: <https://nossoensinomedio.org.br/para-formadores/>. Acesso em: 14 fev. 2024.

PIEIDADE, Claudenor de Souza; PEDRAÇA, Aline dos Santos; SOTO, Margarita Rivera; RAMÍREZ, Yunier Samiento; TORRES, Ana Gloria Madruga. Perspectivas inovadoras no processo ensino - aprendizagem em química no instituto de educação do Amazonas - IEA, na cidade de Manaus - AM. In: V Congresso Nacional de

Educação, v. 5, 2018. **Anais eletrônicos**[...] Campina Grande: Realize Editora, 2018. p. 1-11. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/48580>. Acesso em: 06 jan. 2024.

PIETROCOLA, Mauricio **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

PLICKERS. **Relatório de respostas do conjunto de questões**. Disponível em: <https://www.plickers.com/setreport/670f7d6058706a9dffbd32a6>. Acesso em: 19 ago. 2024.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PULIDO, Marcelo Dias, SILVA, Aroldo Nascimento. Do calórico ao calor: uma proposta de ensino de química na perspectiva histórica. **Revista História da Ciência e Ensino**, v. 3, p. 52-77, 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/5628>. Acesso em: 25 abr. 2024.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis: Vozes, 1995.

RYAN, M. P.; MARTENS, G. G. **Planning a College Course**: A Guidebook for the Graduate Teaching Assistant. Ann Arbor, MI: National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning, 1989.

SAMPIERI Roberto Hernández; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María del Pilar Baptista. **Metodologia da pesquisa**. 3. ed. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2006.

SANTOS, Alessandra Ghellere (Org.). Coleção Passaporte: ensino médio – ciências da natureza, v. 2. Brasília: Edebê Brasil, 2022.

SANTOS, Danielle Fernandes Amaro dos; CASTAMAN, Ana Sara. Metodologias ativas: uma breve apresentação conceitual e de seus métodos. **Revista Linhas**, Florianópolis, v. 23, n. 51, p. 334-357, jan./abr. 2022.

SANTOS, Silva Reis dos. O aprendizado baseado em problemas (Problem-Based Learning - PBL). **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 18, n. 3, p. 121-124, set./dez. 1994. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-5271v18.3-005>.

SCHROEDER, Edson. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. **Atos de pesquisa em educação**, v. 2, n. 2, p. 293-318, 2007.

SILVA, Daniel Fernandes Mendes da; DUARTE, Sergio Eduardo Silva. Desenvolvimento e aplicação de um material paradidático interativo como auxiliar no ensino de conceitos básicos de termologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 31, n. 3, p. 694–710, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p694>.

SILVA, Diego de Oliveira; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscilde Braga de. A utilização do aplicativo plickers como ferramenta na implementação da metodologia peer instruction. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, [S. l.], v. 4, n. 12, p. 502-516, 2020. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/RECEI/article/view/1708>. Acesso em: 25 fev. 2024.

VILLAS BOAS, Benigna Maria de Freitas. **Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico**. 8. ed. Campinas: Papyrus, 2012.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, Lev Semionovitch. **Pensamento e linguagem**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WITT, Diego Teixeira; KEMCZINSKI, Avaniilde. **Metodologias de Aprendizagem Ativa Aplicadas à Computação**. Informática na Educação: teoria & prática, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 12-31, jan./abr. 2020.

YEO, Shelley; ZADNIK, Marjan. Introductory thermal concept evaluation: assessing student's understanding. **Physics Teacher**, College Park, v. 39, p.496-504, 2001.

ZWICKER, Melanie Retz Godoy dos Santos. A Aprendizagem Ativa e o Cérebro: contribuições da neurociência para uma nova forma de educar. In: SANTOS, Célia Maria Retz Godoy dos; FERRARI, Maria Aparecida (Org.). **Aprendizagem ativa: contextos e experiências em comunicação**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, 2017. p. 49-74.

## ANEXO A – CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
AMAZONAS - UFAM



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Título: APRENDIZAGEM ATIVA, FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS DE TERMODINÂMICA.

Público: Turma de 23 estudantes da 1ª série do novo ensino médio.

**Pesquisador:** ANA CAMILA DA SILVA CAMICO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 84004624.6.0000.5020

**Instituição Proponente:** Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**Patrocinador Principal:** FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 7.188.100

#### Apresentação do Projeto:

A formação conceitual no ensino de Física é um elemento transcendental como habilidade intelectual e lógica. Ela é de extrema importância para o ensino conseguir formar um cidadão com um pensamento crítico e colaborativo como a sociedade precisa. O entendimento de conceitos básicos de Física é um aspecto fundamental para a formação intelectual de cidadãos de qualquer sociedade moderna (Marques; Araujo, 2010). A formação conceitual vai além do aspecto educacional, acontece a partir do desenvolvimento cognitivo do ser humano. O desenvolvimento cognitivo se dá a partir da interação da criança com o meio, o contato com os objetos e com as pessoas, a criança amplia o aprender por meio de novas descobertas e interagindo com o mundo. (Aranha, 2016). O meio, a escola, os professores e os próprios estudantes são importantes nesse processo de formação conceitual. A escola sendo um local que o indivíduo passa a maioria do seu tempo, deve priorizar a importância desta formação, como afirma Brito (1996, p. 74): Um dos principais objetivos da escola é o ensino de conceitos, pois, recorre a ideia de que a partir da formação dos conceitos que o estudante conseguirá aprender os princípios (regras, axiomas, etc.) e, na sequência, resolver problemas que envolvam esses conceitos e princípios. Para Vygotsky, teórico utilizado nesta proposta, o elo central do processo de aprendizagem é a formação de conceitos pela criança. É notável a importância dessa formação para o desenvolvimento do cidadão. [...] faz uma análise

**Endereço:** Rua Teresina, 4950

**Bairro:** Adrianópolis

**CEP:** 69.057-070

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 7.188.100

desenvolvimento de conceitos científicos em termodinâmica. Além disso, pretende-se avaliar o impacto do uso de tecnologia e atividades interativas no processo de ensino-aprendizagem, promovendo um ambiente educacional dinâmico e eficaz. A participação dos estudantes é essencial para o sucesso do projeto, que visa enriquecer seus conhecimentos em Física e desenvolver habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Ver item " Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Recomendações:**

Ver item " Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações".

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não foram observado óbices éticos.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Não foram observado óbices éticos. Nosso PARECER é pela APROVAÇÃO DO PROTOCOLO DE PESQUISA.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2387311.pdf	17/09/2024 06:16:33		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Ana_Camila_assinado.pdf	17/09/2024 06:16:04	ANA CAMILA DA SILVA CAMICO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_ana_camila_camico.docx	25/07/2024 16:31:01	ANA CAMILA DA SILVA CAMICO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	24/07/2024 19:56:17	ANA CAMILA DA SILVA CAMICO	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Endereço:** Rua Teresina, 4950

**Bairro:** Adrianópolis

**CEP:** 69.057-070

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 7.188.100

MANAUS, 27 de Outubro de 2024

---

**Assinado por:**  
**Eliana Maria Pereira da Fonseca**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Teresina, 4950

**Bairro:** Adrianópolis

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**CEP:** 69.057-070

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com

**ANEXO B – QUESTIONÁRIO 1**

- 1) Qual é mais provável temperatura compartimento freezer do refrigerador?  
a)  $-10^{\circ}\text{C}$     b)  $0^{\circ}\text{C}$     c)  $5^{\circ}\text{C}$     d) Depende do tamanho dos cubos de gelo.
- 2) Pedro retira seis cubos de gelo do freezer e coloca quatro deles num copo de água. Deixa apenas dois numa bancada. Ele mexe e mexe até que os cubos fiquem bem menores e param de derreter. Qual é a mais provável temperatura da água nesse estágio?  
a)  $-10^{\circ}\text{C}$     b)  $0^{\circ}\text{C}$     c)  $5^{\circ}\text{C}$     d)  $10^{\circ}\text{C}$
- 3) Os cubos de gelo que Pedro deixou sobre a bancada não derreteram completamente e estão sobre uma poça de água. Qual é a mais provável temperatura desses pequenos cubos de gelo?  
a)  $-10^{\circ}\text{C}$     b)  $0^{\circ}\text{C}$     c)  $5^{\circ}\text{C}$     d)  $10^{\circ}\text{C}$
- 4) No fogão está uma chaleira cheia de água. A água começa a ferver rapidamente. A mais provável temperatura da água é de?  
a)  $88^{\circ}\text{C}$     b)  $98^{\circ}\text{C}$     c)  $110^{\circ}\text{C}$     d) Nenhuma das alternativas estão corretas.
- 5) Leandro pega dois copos de água a  $40^{\circ}\text{C}$  e os mistura com um copo de água a  $10^{\circ}\text{C}$ . Qual a mais provável temperatura da mistura?  
a)  $20^{\circ}\text{C}$     b)  $25^{\circ}\text{C}$     c)  $30^{\circ}\text{C}$     d)  $50^{\circ}\text{C}$
- 6) Por que vestimos casacos em tempos frios?  
a) Para manter o frio do lado de fora.  
b) Para gerar calor.  
c) Para reduzir a perda de calor.  
d) Todas as razões anteriores estão corretas.

7) Elias retira alguns picolés do freezer, onde ele tinha os colocados no dia anterior, e diz a todos que o palito de madeira está a uma temperatura superior a parte do gelo. Com qual pessoa você mais concorda?

- a) Nelson diz: "Você está certo, pois o palito de madeira não fica tão frio quanto o gelo."
- b) Maria diz: "Você está certo porque o gelo contém mais frio que a madeira."
- c) Samuel diz: "Você está errado, eles apenas parecem diferentes porque o palito contém mais calor."
- d) Suely diz: "Eu acho que eles estão a uma mesma temperatura porque estão juntos."

8) Quando Robson usa a bomba para encher os pneus de sua bicicleta, ele nota que a bomba fica um pouco aquecida. Qual explicação abaixo parece ser a melhor?

- a) Energia é transferida para a bomba.
- b) Temperatura é transferida a bomba.
- c) O calor é liberado de suas mãos para a bomba.
- d) O metal existente na bomba faz com que a temperatura aumente.

9) Depois de cozinhar ovos. Maria esfria os ovos colocando-os numa tigela com água fria, Qual das seguintes frases explica o processo de resfriamento

- a) Temperatura é transferida dos ovos para a água.
- b) O resfriamento é da água para os ovos.
- c) Objetos quentes naturalmente são resfriados.
- d) Energia é transferida dos ovos para a água.

10) Daniel está descrevendo um segmento da TV que ele viu na noite anterior: "Eu vi físicos fazerem ímãs supercondutores, que estavam a uma temperatura de  $-260^{\circ}\text{C}$ ". Quem você acredita estar certo?

- a) Mateus duvida disso: "Você deve ter cometido um erro. Não pode ter uma temperatura tão baixa quanto essa."
- b) Luana discorda: "Sim, você pode. Não há limite para as temperaturas mais baixas."
- c) Nelson acredita que ele esteja certo: "Eu acho que o ímã estava próximo"
- d) Daniel não tem certeza: "Eu acho que supercondutores são bons condutores calóricos então não se pode resfriá-los a temperaturas baixíssimas."

## ANEXO C – QUESTIONÁRIO 2

**Instrumento de Coleta de Dados:** Questionário para Avaliação do Processo de Aprendizagem Ativa em Termodinâmica

**Instruções:** Este questionário tem como objetivo avaliar sua percepção sobre o processo de aprendizagem em termodinâmica utilizando metodologias ativas. As respostas serão utilizadas para analisar a eficiência das ferramentas e atividades aplicadas em sala de aula. Sua participação é anônima e voluntária.

### 1. Sobre a Percepção dos Estudantes em Relação à Metodologia

1.1 Você acredita que as atividades com mapas conceituais ajudaram a organizar e compreender melhor os conceitos de termodinâmica? Por quê?

( ) Sim

( ) Não

Justifique sua resposta:

---

---

---

1.2 Como você avalia sua participação nas atividades em grupo? Sente que compartilhar ideias com colegas contribuiu para seu aprendizado?

( ) Muito positiva

( ) Positiva

( ) Neutra

( ) Negativa

Explique:

---

---

---

1.3 As ferramentas digitais (*Plickers* e *Padlet*) tornaram as aulas mais interessantes e facilitaram o aprendizado? Por quê?

Sim

Não

Explique:

---

---

---

## 2. Sobre a Compreensão Conceitual em Termodinâmica

2.1 Explique, com suas palavras, o que você entende por “Primeira Lei da Termodinâmica” e dê um exemplo prático.

Resposta:

---

---

---

2.2 Quais dificuldades você ainda enfrenta para compreender os conceitos de calor, trabalho e energia interna?

Resposta:

---

---

---

## 3. Sobre o Processo de Aprendizagem Ativa

3.1 Você percebeu alguma diferença em sua forma de aprender ao utilizar metodologias ativas em comparação com aulas expositivas tradicionais? Se sim, quais?

Sim

Não

Explique:

---

---

---

3.2 De que forma a realização de testes com feedback imediato influenciou sua compreensão dos conteúdos?

Resposta:

---

---

---

#### 4. Sobre a Motivação e o Engajamento

4.1 Você se sentiu mais motivado a participar das aulas com as atividades práticas e tecnológicas? Por quê?

Sim

Não

Justifique sua resposta:

---

---

---

4.2 O que mais te motivou durante o processo de aprendizagem ativa?

Resposta:

---

---

---

#### 5. Sobre Melhorias e Futuras Intervenções

5.1 Quais mudanças você sugeriria para melhorar as próximas atividades com mapas conceituais e ferramentas digitais?

Resposta:

---

---

---

5.2 Você acredita que essas estratégias poderiam ser aplicadas em outras disciplinas? Quais?

Resposta:

---

---

---