



B1

ISSN: 2595-1661

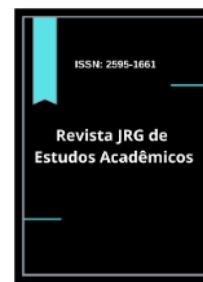
ARTIGO ORIGINAL

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](http://portal.periodicos.capes.gov.br)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Aprendizagem ativa, formação e desenvolvimento de conceitos científicos de termodinâmica

Active learning, formation, and development of scientific concepts in thermodynamics

DOI: 10.55892/jrg.v8i18.2021

ARK: 57118/JRG.v8i18.2021

Recebido: 12/04/2024 | Aceito: 16/04/2025 | Publicado on-line: 18/04/2025

Ana Camila da Silva Camico¹

<https://orcid.org/0009-0000-9182-7190>

<http://lattes.cnpq.br/3148731144090656>

Universidade Federal do Amazonas, AM, Brasil

E-mail: accamico@gmail.com

Thiago Alho Gomes²

<https://orcid.org/0009-0005-4209-3991>

<http://lattes.cnpq.br/4499434112548682>

Instituto Federal do Amazonas, AM, Brasil

E-mail: prof.fis.thiago@gmail.com

Yuri Expósito Nicot³

<https://orcid.org/0000-0002-7114-0073>

<http://lattes.cnpq.br/8007807447496552>

Universidade Federal do Amazonas, AM, Brasil

E-mail: yexposito@yahoo.es



Resumo

A formação e o desenvolvimento de conceitos científicos são processos fundamentais para a construção significativa do conhecimento no ensino e na aprendizagem. Com base na aprendizagem ativa, esta pesquisa busca inovar o processo educacional, trazendo estratégias metodológicas que favoreçam a cognição e a interatividade, especialmente entre a nova geração de estudantes hiperconectados às tecnologias digitais. Partimos da seguinte questão científica: como a aprendizagem ativa pode contribuir para a formação de conceitos científicos em termodinâmica no ensino médio? Assim, o objetivo é estruturar um processo de ensino e aprendizagem que explore a formação de conceitos científicos por meio de metodologias que instiguem a participação ativa dos estudantes. A pesquisa, de abordagem qualitativa e participativa, foi desenvolvida com estudantes do primeiro ano do novo ensino médio (2024), em uma escola da Zona Leste de Manaus, utilizando o estudo de caso como estratégia metodológica. Os resultados apontam para a importância de práticas interativas e experimentais na promoção da aprendizagem ativa, no desenvolvimento de habilidades e competências e na melhoria da experiência educacional. Este artigo apresenta um recorte de uma dissertação de mestrado concluída.

¹ Mestranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Amazonas (PPGECIM/UFAM) e Graduada em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

² Mestrando em Ensino de Física pela Universidade Federal do Amazonas e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (MNPEF – UFAM/IFAM) e Graduado em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

³ Doutor em Ciências Pedagógicas pela Universidade de Oriente (UO), professor de Física do Departamento de Física, do Instituto de Ciências Exatas (ICE) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

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

Abstract

The formation and development of scientific concepts are fundamental processes for the meaningful construction of knowledge in teaching and learning. Based on active learning, this research seeks to innovate the educational process by introducing methodological strategies that foster cognition and interactivity, especially among the new generation of students who are hyperconnected to digital and communication technologies. This study is guided by the following scientific question: how can active learning contribute to the formation of scientific concepts in thermodynamics in high school education? Thus, the objective is to structure a teaching and learning process that promotes the formation of scientific concepts through methodologies that stimulate students' active participation. The research, with a qualitative and participatory approach, was conducted with first-year students of the new high school curriculum (2024) in a school located in the East Zone of Manaus, using a case study as the methodological strategy. The results highlight the importance of interactive and experimental practices in promoting active learning, developing skills and competencies, and enhancing the educational experience. This article presents an excerpt from a completed master's dissertation.

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

1. Introdução

A formação de conceitos científicos é um processo fundamental para a aprendizagem significativa no ensino de Física, sendo ainda um desafio para muitos estudantes. De acordo com Vygotsky (1991), a formação conceitual resulta de uma atividade complexa, envolvendo todas as funções intelectuais básicas. Nessa perspectiva, compreende-se que a formação conceitual vai além da simples memorização de definições, exigindo a compreensão de princípios, leis e teorias que estruturam o conhecimento científico. Segundo Marques e Araújo (2010), o entendimento de conceitos básicos de Física é essencial para a formação intelectual de cidadãos críticos e colaborativos em sociedades modernas.

No ensino de Física, os conceitos desempenham papel transcendental, sendo indispensáveis para o desenvolvimento do pensamento lógico e crítico. A Física não se limita ao aprendizado de fórmulas; ela constrói um entendimento mais amplo do mundo, favorecendo a análise e a solução de problemas complexos. Como destaca Aranha (2016), o desenvolvimento cognitivo humano ocorre pela interação com o meio, através do contato com objetos e pessoas, ampliando o repertório conceitual dos indivíduos desde a infância.

A escola, o ambiente social e os próprios estudantes são agentes centrais na formação conceitual. A instituição escolar, enquanto espaço privilegiado de aprendizado, precisa priorizar a formação de conceitos científicos. Brito (1996, p. 74) afirma que ensinar conceitos é um dos principais objetivos da escola, pois, a partir deles, os estudantes conseguem entender princípios, regras e resolver problemas relacionados. Assim, a formação conceitual torna-se uma ferramenta essencial para o progresso acadêmico e social do aluno.

Para Vygotsky (1991), o elo central do processo de aprendizagem é a formação de conceitos. Desde a infância, ao perceber que os objetos têm nomes, a criança

inicia a construção de conceitos, recorrendo aos adultos para ampliar seu vocabulário e compreensão do mundo. Esses significados iniciais são sementes para o surgimento de conceitos científicos mais elaborados. Compreender essa dinâmica é essencial para o processo educacional, visto que a substituição de conceitos espontâneos por conceitos científicos é o que possibilita o desenvolvimento cognitivo no ambiente escolar.

Diante desse contexto, este estudo propõe investigar como ocorre o processo de formação conceitual científica no ensino de Física, analisando as estratégias que potencializam a aprendizagem significativa dos estudantes. A pesquisa busca compreender de que forma a formação de conceitos pode ser promovida no ambiente escolar, contribuindo para o desenvolvimento intelectual e social dos alunos do ensino fundamental e médio.

2. Metodologia

Durante o desenvolvimento da teoria sociointeracionista, L.S. Vygotsky destacou a importância da formação de conceitos científicos para a construção do conhecimento, enfatizando que o aprendizado é um processo social, mediado pela interação com o outro e pelo ambiente cultural. Nesse sentido, a formação conceitual se apresenta como elemento central para o desenvolvimento educacional e profissional dos estudantes, funcionando como base para a construção de conhecimentos mais complexos. Como afirmam Lima, Júnior e Caro (2011, p. 858): “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, a compreensão e a evolução dos conceitos ocorrem num processo contínuo, em que os significados são ressignificados e integrados, moldando o pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas.

Segundo Vygotsky (1984), o desenvolvimento dos conceitos científicos está profundamente enraizado nas interações sociais e culturais, destacando que: “[...] desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança” (Vygotsky, 1998, p. 33). Dessa maneira, a interação entre o sujeito e o meio, mediada por instrumentos culturais como a linguagem, promove o amadurecimento de funções psicológicas superiores, essenciais para o desenvolvimento cognitivo.

A formação sólida de conceitos, conforme abordada neste capítulo, possibilita uma progressão lógica que favorece a análise crítica, a síntese de informações e a aplicação prática do conhecimento em diferentes contextos, especialmente em áreas como engenharia e tecnologia. Sem essa base, os estudantes enfrentam dificuldades para conectar novos saberes, comprometendo a assimilação de temas mais avançados e a capacidade de inovação. Além disso, como Vygotsky (1984) enfatiza na teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), o potencial de aprendizagem do indivíduo não se restringe ao que ele já domina, mas também ao que pode conquistar com a ajuda de outros mais experientes:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1984, p. 97).

Assim, a aprendizagem não ocorre de forma isolada, mas se dá por meio da mediação e da colaboração, processos essenciais para que o indivíduo avance de níveis mais simples de entendimento para níveis mais elaborados de conhecimento. Conforme destacam Paula, Marques Filho e Cerqueira (2014), Vygotsky identificou três zonas de desenvolvimento: a real (o que o estudante realiza sozinho), a potencial (o que pode realizar com auxílio) e a proximal (o que está em processo de maturação). Nesse contexto, a escola assume um papel fundamental como espaço de mediação, proporcionando atividades que estimulem o desenvolvimento gradual da autonomia intelectual.

No âmbito educacional, é nesse cenário que se inserem as metodologias ativas de aprendizagem, que buscam promover o protagonismo do aluno no seu processo de construção do conhecimento. A aprendizagem ativa, pautada em tarefas significativas e desafiadoras, estimula o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e da responsabilidade individual, como enfatiza Conceição (2016), ao afirmar a importância de estratégias que favoreçam o desenvolvimento na ZDP, estimulando a aquisição gradual de habilidades e competências.

Dessa maneira, a formação conceitual sólida contribui não apenas para o desempenho acadêmico, mas também para o fortalecimento da curiosidade, da autoconfiança e da motivação dos estudantes, elementos que impulsionam a aprendizagem contínua e a capacidade de enfrentar situações práticas e inovadoras no cotidiano e na vida profissional. Conforme a teoria sociointeracionista de Vygotsky, o desenvolvimento do indivíduo está intrinsecamente relacionado ao contexto social e cultural em que está inserido, sendo a educação um espaço privilegiado para o fortalecimento dessas relações.

Portanto, o título "Conceitos Científicos: da teoria ao método" reflete essa trajetória gradual abordada neste capítulo, que parte da fundamentação teórica sobre a formação conceitual e culmina na apresentação de estratégias pedagógicas ativas para o desenvolvimento educacional. Compreender esse processo é fundamental para promover práticas educativas que realmente favoreçam o desenvolvimento integral dos estudantes, preparando-os para os desafios da sociedade contemporânea.

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 aluno 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 interpretados como desrespeito, dispersão, bagunça, indisciplina e "conversas paralelas".

Por muito tempo, as tradicionais teorias mostraram 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 alunos 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 alunos (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 alunos, 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 aluno 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 do processo. Sendo assim, a aprendizagem ativa é obtida por meio do uso de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem, como será explicado no próximo tópico.

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 alunos 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.

A implementação da Instrução por Pares segue uma sequência estruturada:

1. **Pré-aula:** Os alunos 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 alunos discutem as respostas entre si, compartilhando raciocínios e esclarecendo dúvidas.
4. **Revisão das respostas:** Após a discussão, os alunos 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.

3. Metodologia

Neste capítulo encontra-se o cerne desta pesquisa, pois ele irá nortear o conjunto de etapas que serão seguidas e como esses procedimentos podem ser classificados. A metodologia foi estruturada em duas dimensões principais: a abordagem metodológica e a abordagem didática.

A pesquisa é de natureza qualitativa, pois busca compreender e interpretar fenômenos relacionados à aprendizagem ativa e à formação de conceitos científicos

de termodinâmica. O estudo caracteriza-se como exploratório e participativo, utilizando o método de observação como técnica principal de coleta de dados. Conforme destacado por Prodanov e Freitas (2013, p. 114), nas pesquisas qualitativas o pesquisador faz uma abstração além dos dados obtidos, buscando possíveis explicações implícitas nos discursos e documentos, o que exige constante retomada às anotações de campo e à literatura para estabelecer configurações e fluxos de causa e efeito. Dessa forma, o método qualitativo foi adotado para observar e analisar o aumento significativo do domínio da termodinâmica pelos estudantes após a aplicação da estratégia de Instrução por Pares (IpC).

No aspecto didático, a pesquisa foi organizada em etapas que visaram o desenvolvimento da aprendizagem ativa em sala de aula, com foco na Instrução por Pares. Inicialmente, os alunos tiveram acesso a materiais de estudo em uma fase pré-aula, para que pudessem se preparar previamente com leituras e anotações sobre os conceitos fundamentais de termodinâmica. Durante as aulas, foram apresentadas questões conceituais que exigiam dos estudantes a aplicação do conhecimento adquirido. Em seguida, os alunos discutiam suas respostas com seus colegas, compartilhando raciocínios e esclarecendo dúvidas em um processo colaborativo. Após essa discussão, tinham a oportunidade de revisar e modificar suas respostas iniciais. A cada rodada de questões, o professor mediador realizava intervenções para reforçar os conceitos corretos e esclarecer os pontos de maior dificuldade.

Todo o ambiente de aprendizagem foi preparado para estimular a interação, a reflexão e a participação ativa dos estudantes, em consonância com os princípios da aprendizagem ativa e fundamentados nas teorias de Vygotsky, que destacam a importância das interações sociais no desenvolvimento cognitivo. O processo de coleta de dados se deu por meio de observações diretas das interações em sala de aula, registros escritos das discussões entre os pares e análises comparativas das respostas dos estudantes antes e depois das atividades de Instrução por Pares. Posteriormente, os dados foram analisados qualitativamente, buscando identificar evidências de avanço na formação de conceitos científicos de termodinâmica, além de verificar se a aprendizagem ativa facilitou ou contribuiu para esse processo.

3.1 Processo da Pesquisa

Esta pesquisa está estruturada em três momentos principais. O primeiro corresponde à fase de preparação, que inclui a compreensão do estudo, a leitura e a escrita, além dos ajustes metodológicos necessários para a aplicação da pesquisa. O segundo momento marcou a transição para a implementação prática da pesquisa em campo. Por fim, o terceiro momento concentrou-se na análise dos dados e nas conclusões obtidas. A seguir, detalharemos cada uma dessas etapas.

A pesquisa será realizada por meio de encontros presenciais em uma escola da rede particular de ensino, com 6 (seis) encontros junto a uma turma do 1º ano do Ensino Médio, composta por 23 alunos matriculados. Cada encontro terá duração de 50 minutos. O Tabela 1 apresenta o planejamento que norteará o desenvolvimento da pesquisa.

Tabela 1: Planejamento dos encontros

Encontro	Descrição da atividade	Recursos necessários	Data prevista
1°	Pré-teste e apresentação da pesquisa	Questionários	19 de agosto de 2024
2°	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
3°	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)

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 alunos 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 alunos 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 alunos.

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

3.2 Resultados

A análise categorial consiste no desmembramento do discurso em categorias, em que os 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 é o **fundamento microscópico da termodinâmica** e como os estudantes constroem conceitos relacionados a esse fundamento.

Para a criação dessas categorias, iniciou-se o pré-teste com uma questão dissertativa-argumentativa: Com as suas palavras, explique a diferença entre calor e temperatura, descrevendo como esses dois conceitos estão relacionados em processos térmicos no cotidiano. Dê exemplos práticos.

Como os estudantes (sujeitos pesquisados) não haviam recebido aulas teóricas sobre termodinâmica até o momento da pesquisa, esperava-se que as respostas variassem em precisão e profundidade. As categorias foram elaboradas com base nos conceitos e nas compreensões que os participantes demonstraram. Segundo Bardin (1977, p. 118), classificar elementos em categorias exige investigar o que cada um deles tem em comum com os outros, sendo essa semelhança o critério que possibilita seu agrupamento.

A seguir, apresentamos 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.
Estudante A1: “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).”

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.
Estudante A2: “Calor é uma forma que a energia transfere para um objeto. Temperatura é uma medida pra identificar a temperatura de um objeto.”
Estudante A3: “A diferença é que a temperatura é uma variação de quente para frio já o calor é algo energético e calor pode variar.”
Estudante A4: “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.”
Estudante A5: “Calor é fonte de energia. Exemplo: sol nas placas solares. Temperatura: está relacionada ao termômetro.”

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.
Estudante A6: “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.”
Estudante A7: “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.”
Estudante A8: “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.”
Estudante A9: “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.”

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.
Estudante A10: “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°).”
Estudante A11: “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.”
Estudante A12: “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.”
Estudante A13: “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.”
Estudante A14: “Exemplos de calor: fogo e chamas. Temperatura: número que define a intensidade do fogo.”
Estudante A15: “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.”

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 a 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, baseado em Bardin, foi possível identificar, organizar e compreender, de forma sistemática, os equívocos nas respostas, observando padrões de erros comuns:

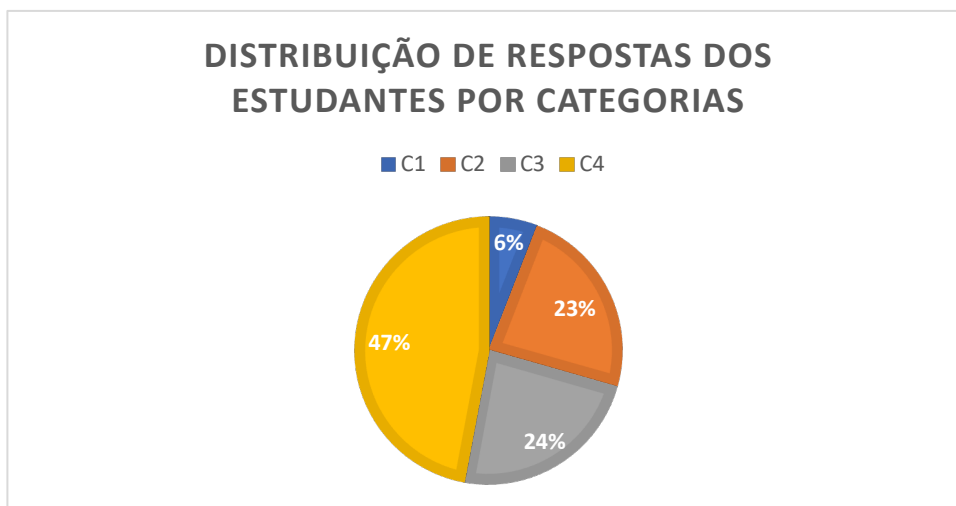
Raciocínios equivocados: Esta categoria foi essencial para agrupar respostas que revelaram erros conceituais, como a confusão entre os conceitos de calor e temperatura ou a associação do calor exclusivamente a fontes visíveis.

Compreensão intuitiva ou cotidiana: A análise destacou que muitos estudantes recorrem à sua vivência cotidiana, utilizando exemplos práticos, porém, frequentemente sem o embasamento em conceitos científicos.

Conceitos parciais ou alternativos: Esta categoria permitiu identificar respostas que apresentam 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 1: Gráfico de distribuição de categorias de respostas sobre conceitos de calor e temperatura entre os estudantes



Fonte: Autoria própria, 2024.

Destaca-se a distribuição de respostas em categorias:

- **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, evidencia a necessidade de intervenções pedagógicas específicas para debater as confusões conceituais entre calor e temperatura. Esse cenário reforça 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, as perguntas foram elaboradas 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, os testes foram aplicados por meio da ferramenta *Plickers*, permitindo a coleta imediata das respostas dos estudantes e proporcionando um diagnóstico rápido e eficaz de suas compreensões e dificuldades. Essa abordagem interativa não apenas aumentou o engajamento dos alunos, mas também viabilizou a identificação de equívocos conceituais em tempo real, orientando intervenções pedagógicas mais precisas, conforme será detalhado no próximo tópico.

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, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) apresenta 10 competências gerais, destacando-se 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 (BNCC, 2018, p. 9).

No segundo encontro com a turma, após a aula teórica com duração de 25 minutos, os estudantes realizaram os testes conceituais por meio da ferramenta *Plickers*. Na implementação da estratégia de Instrução por Colegas, utilizando a ferramenta *Plickers*, todos os estudantes participaram ativamente da resolução dos testes conceituais, baseados nos conceitos abordados na aula teórica. Os alunos demonstraram grande entusiasmo tanto nos debates entre si quanto nas interações com a professora-pesquisadora, especialmente durante o processo de votação. Observou-se que, ao longo das discussões, os estudantes não apenas defendiam seus pontos de vista, mas também se mostravam abertos às ideias dos colegas, empregando argumentos fundamentados e promovendo um ambiente de diálogo construtivo.

A utilização da ferramenta interativa *Plickers* desempenhou um papel central no aumento significativo da porcentagem de acertos entre o pré e pós-teste. Por meio dos testes interativos com *feedback* imediato, os estudantes tiveram a oportunidade de identificar e corrigir erros em tempo real, o que contribuiu para uma maior compreensão dos conceitos. Podemos confirmar isso com a 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 pareceram 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 aluno 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 alunos 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.” MEM, 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.

4. Conclusão

A pesquisa foi realizada em uma escola da zona leste de Manaus, envolvendo alunos 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 seu desenvolvimento, leituras de grande relevância foram fundamentais para compreender o cenário atual do ensino dessa disciplina, marcado por desafios e pela necessidade de novas estratégias pedagógicas.

Diante desse contexto, surgiu a seguinte 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 responder a essa questão, foi aplicada a metodologia baseada na aprendizagem ativa, fundamentada em teorias que enfatizam a importância das relações no ensino e na aprendizagem. Essas interações ocorrem entre docentes e discentes, entre os próprios alunos e até mesmo além das quatro paredes da escola, promovendo um aprendizado mais dinâmico e significativo.

Os estudantes participantes tornaram-se protagonistas de sua própria jornada de conhecimento, construindo seu desenvolvimento com o suporte dos professores, que desempenham um papel essencial na promoção da aprendizagem. Para isso, os docentes precisam se reinventar 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 alunos relataram sentir-se mais preparados para aplicar os conceitos de Termodinâmica em situações do cotidiano, demonstrando que a aprendizagem ativa não apenas melhora 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 sua motivação e interesse pelo conteúdo.

Através da análise categorial de Bardin, foi possível identificar e classificar as respostas abertas dos alunos, permitindo à professora-pesquisadora direcionar melhor suas 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 a pesquisa, os alunos demonstraram grande entusiasmo tanto nos debates entre si quanto nas interações com a professora-pesquisadora, especialmente no processo de 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, empregando argumentos fundamentados e promovendo um ambiente de diálogo construtivo. Além disso, houve um aumento percentual significativo nos acertos quando a estratégia IpC foi utilizada, associada às discussões entre os alunos, reforçando o impacto positivo da abordagem ativa.

Um antigo provérbio africano diz: “É preciso uma aldeia inteira para educar uma criança.” Esse ensinamento ressalta que a educação é um processo coletivo, que vai além do papel do professor em sala de aula. Envolve estudantes, famílias, a escola e toda a comunidade, incluindo pesquisadores e estudantes de pós-graduação, que desempenham um papel essencial ao trazer novas perspectivas e ideias para aprimorar o ensino. Esta pesquisa, além de impactar diretamente os alunos do ensino médio, foi fundamental também para os pesquisadores envolvidos, permitindo-lhes compreender melhor os desafios enfrentados na 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 de aprendizado contínuo, contribuindo para a construção de uma educação mais eficaz, interativa e acessível a todos.

Referências

ARANHA, M.L. 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.

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.

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

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-docência) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 1996.

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.

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.

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

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.

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.

VYGOTSKY, L.S. A construção do pensamento e da linguagem. Tradução Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L.S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

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